INFLUENCE DE L'OMBLE DE FONTAINE SUR LE ZOOPLANCTON ET LES INSECTES AQUATIQUES DE DEUX LACS ACIDES LAURENTIDIENS

Christian GAGNON
Jean-Luc DESGRANGES
Jean RODRIGUE

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES N° 98
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Environnement Canada
Service Canadien de la faune

Canada

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES
DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans les listes du système de référence DOBIS utilisé dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

TECHNICAL REPORT SERIES
CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed with the DOBIS system in major scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

L'illustration de la couverture est une œuvre de P. Dupuis. Elle ne peut dans aucun cas être utilisée sans avoir obtenu préalablement la permission écrite de l'auteur.

Cover illustration is by P. Dupuis and may not be used for any other purpose without the artist's written permission.

INFLUENCE DE L'OMBLE DE FONTAINE SUR LE ZOOPLANCTON ET LES INSECTES AQUATIQUES DE DEUX LACS ACIDES LAURENTIDIENS

Christian Gagnon
Jean-Luc DesGranges
Jean Rodrigue

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES No. 98
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Ce rapport peut être cité comme suit:

Gagnon, C., J.L. Desgranges et J. Rodrigue. 1990. Influence de l'omble de fontaine sur le zooplancton et les insectes aquatiques de deux lacs acides laurentidiens. Série de rapports techniques n° 98. Service canadien de la faune, région du Québec. xi + 32pp. + annexes.

93-00177/

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement
Service canadien de la faune

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
Numéro de catalogue CW69-5/98F
ISBN 0-662-96341-5
ISBN 0831-6481

1. Omble de fontaine - régime alimentaire 2. Lacs - relations trophiques
3. Truite - régimes alimentaires.

Copies disponibles auprès du

Service canadien de la faune
Région du Québec
1141, route de l'Église, C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec) G1V 4H5

RÉSUMÉ

Les deux lacs acides de la ZEC Batiscan-Neilson (Comté de Portneuf) qui ont été étudiés à l'état naturel en 1984 ont fait l'objet de transformations en 1985. Le lac du Rocher, qui possédait une population d'environ 2 000 ombles de fontaine (Salvelinus fontinalis) en 1984, a perdu 728 truites suite à des pêches intensives, tandis que le lac au Cochon, qui était sans poissons depuis au moins dix ans, a été ensemencé avec 1 000 ombles de fontaine.

Ces modifications de l'environnement compétitif nous ont permis de constater qu'en l'absence de poissons, les insectes nageurs et les insectes émergents sont généralement plus nombreux et plus gros tandis que les invertébrés benthiques semblent peu affectés. Par ailleurs, l'absence de poissons a aussi influencé la communauté zooplanctonique, mais apparemment de façon indirecte. Les insectes nageurs prédateurs actifs, du genre Chaoborus, étant plus abondants en l'absence de poissons, ils ont probablement permis aux cladocères de dominer le zooplancton du lac au Cochon en 1984 au détriment de leurs proies préférées, les copépodes calanoïdes. Cependant, le renversement de ce phénomène prend quelque temps à s'opérer et, malgré la diminution de la pression prédatrice des poissons sur les invertébrés nageurs, les copépodes dominaient toujours la communauté zooplanctonique du lac du Rocher en 1985.

Dans les lacs poissonneux, les invertébrés aquatiques étaient généralement moins nombreux et plus petits et les invertébrés benthiques étaient soit plus gros (diptères), soit plus nombreux (odonates et oligocètes). L'introduction de l'omble de fontaine a eu un impact modéré sur la structure des communautés zooplanctoniques puisque les grosses espèces de plancton des lacs poissonneux étaient encore présentes en bon nombre. Cependant, les Chaoboridés étant en densité moins importante, les calanoïdes ont constitué la fraction la plus importante du zooplancton.

Nous croyons que la présence de l'omble de fontaine influence les communautés zooplanctoniques par l'intermédiaire des invertébrés aquatiques qui, en l'absence de poissons, peuvent proliférer et avoir un impact notable sur la composition du zooplancton.

ABSTRACT

The two acidic lakes in the Batiscan-Neilson ZEC (controlled harvesting area), Portneuf County, that had been examined in their natural state in 1984 were modified in 1985. Lac du Rocher, which supported a population of approximately 2,000 brook trout (Salvelinus fontinalis) in 1984, lost 728 trout to intensive fishing efforts, while Lac au Cochon, which had been fishless for at least ten years, was stocked with 1,000 brook trout.

The changes to the competitive environment showed that, in the absence of fish, swimming and emergent insects are generally more numerous and larger, while benthic invertebrates seem to be little affected. The absence of fish also influenced the zooplankton community, but apparently in an indirect manner. Since actively predatory swimming insects of the genus Chaoborus are more abundant in fishless waters, they probably allowed Cladocera to dominate the zooplankton of Lac au Cochon in 1984 to the detriment of their favorite prey, calanoïd copepods. However, reversal of this phenomenon takes some time to occur and, despite the reduction in predatory pressure form fish on swimming invertebrates, copepods still dominated the Lac du Rocher zooplankton community in 1985.

In the lakes with fish, aquatic invertebrates were generally less numerous and smaller, while benthic invertebrates were either larger (Diptera) or more numerous (Odonata and Oligocheata). Introduction of brook trout had a moderate impact on the zooplankton communities structure: the large plankton species of the lakes with fish were still present in substantial numbers. However, with the reduced density of Chaoboridea calanoïds made up the largest fraction of zooplankton.

We believe that the presence of brook trout influences the zooplankton communities through the aquatic invertebrates which, in the absence of fish, can proliferate and have a substantial impact on zooplankton composition.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Direction: Jean-Luc DesGranges

Rédaction: Christian Gagnon
Jean-Luc DesGranges

Analyses statistiques: Jean Rodrigue

Travaux de terrain:

Service canadien de la faune

Suzanne Béland	Marc Labrie
Alain Cossette	Judith Laforest
Denise Deschamps	André Lambert
Manon Dumas	Christian Marcotte
Jacques Duperron	Raoul Matte
Carole Fiset	Sonia Moisan
Mona Frenette	Simon Nadeau
Christian Gagnon	Chantal Pinault
Claude Grimard	Jean-François Rioux
Serge Guimond	Jean Rodrigue
Claude Huot	Louise Sainte-Marie
Louise Jacob	Joël Sawyer

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche: Jean-Pierre Thomassin

Zec Batiscan Neilson: Robert Bouchard

Figures: Lise Villeneuve

Analyses de laboratoire:
Eau: Direction de la qualité du milieu aquatique, Ministère de l'Environnement au Québec.

Plancton: Ginette Méthot, Centre de Recherches Écologiques de Montréal

Conseils limnologiques: Madeleine Papineau, Direction des Eaux Intérieurs, Environnement Canada

Support logistique: M. Paul Cloutier, ZEC Batiscan Neilson

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
ÉQUIPE DE RÉALISATION	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ANNEXES	x
1. INTRODUCTION	1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	1
2.1 CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS LACUSTRES	1
2.1.1 Qualité de l'eau	1
2.1.2 Zooplancton	1
2.1.3 Poissons	2
2.2 DISPONIBILITÉ DES PROIES	2
2.2.1 Généralités	2
2.2.2 Benne Ekman	4
2.2.3 Plaquettes de colonisation	4
2.2.4 Filet troubleau	4
2.2.5 Cages à émergences	4
2.2.6 Filet fauchoir	4
2.3 ANALYSES STATISTIQUES	4
3. RÉSULTATS	5
3.1 CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS LACUSTRES	5
3.1.1 Qualité de l'eau	5
3.1.1.1 Oxygène dissous	5
3.1.1.2 Conductivité	5
3.1.1.3 Acidité	5
3.1.1.4 Transparence	8
3.1.2 Zooplancton	8
3.1.2.1 Lac du Rocher en 1985	8
3.1.2.2 Lac au Cochon en 1985	9
3.1.2.3 Comparaison entre les deux lacs en 1985	9
3.1.2.4 Comparaison entre les deux années de l'étude	9

TABLE DES MATIÈRES (suite et fin)

PAGE

3.2 DISPONIBILITÉ DES PROIES 13
3.2.1 Invertébrés benthiques 13
3.2.2 Invertébrés épibenthiques 15
3.2.3 Insectes nageurs 17
3.2.4 Insectes émergents 18
3.2.5 Invertébrés ripicoles 18
3.2.6 Régime alimentaire des ombles de fontaine 19
3.2.6.1 Lac du Rocher 19
3.2.6.2 Lac au Cochon 20
3.2.6.3 Comparaisons entre les deux lacs 23
3.2.7 Effets de la présence des poissons sur l'abondance des proies 23
3.2.8 Effets de la présence de poissons sur la taille des proies 26
3.2.9 Conclusion 26

4. DISCUSSION 26

4.1 EFFETS DES POISSONS SUR LES INVERTÉBRÉS AQUATIQUES 26

4.2 EFFETS DES POISSONS SUR LES COMMUNAUTÉS ZOOPLANCTONIQUES.. 28

5. RÉFÉRENCES 29

LISTE DES TABLEAUX

PAGE

1- Pourcentage de la densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1985 10

2- Densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1985 11

3- Densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1984 14

4- Nombre d'individus moyen par station et biomasse moyenne par station des divers invertébrés récoltés sur les lacs de l'étude en 1984 et en 1985 16

LISTE DES FIGURES

PAGE

A-1 Localisation des stations échantillonnées pour les proies isponibles sur les lacs de l'étude en 1985 (stations permanentes: filet fauchoir, filet troubleau; benne Ekman; cages à émergences, plaquettes de colonisation) 3

1- Courbes des valeurs d'oxygène dissous, de température et de conductivité relevées au lac du Rocher en 1985 6

2- Courbes des valeurs d'oxygène dissous, de température et de conductivité relevées au lac au Cochon en 1985 7

3- Densités et pourcentages des groupes zooplanctoniques récoltés au lac du Rocher et au lac au Cochon en 1984 et 1985 12

4- Pourcentages des proies ingérées par les ombles de fontaine au lac du Rocher et au lac au Cochon en 1985 21

5- Pourcentages des estomacs d'omble de fontaine dans lesquelles différentes proies ont été identifiées 22

6- Comparaisons à l'aide du test de Mann Withney entre les nombres moyens (par station ou unités d'échantillonnage) d'invertébrés capturés dans les lacs poissonneux et peu poissonneux de l'étude 24

7- Comparaisons à l'aide du test de Mann Withney entre la taille moyenne des invertébrés capturés dans les lacs poisonneux et peu poissonneux de l'étude 25

LISTE DES ANNEXES

PAGE

1- Volumes filtrés des échantillons de zooplancton prélevés sur les deux lacs de l'étude en 1985 33

2- Protocole d'identification du zooplancton 34

3- Calendrier d'échantillonnage de la nourriture disponible sur les lacs de l'étude en 1985 35

4- Conditions d'échantillonnage du benthos à l'aide de la benne Ekman en 1985 36

5- Lectures de pH et de profondeur du disque de Secchi obtenues sur les lacs de l'étude en 1985 37

6- Densité des espèces zooplanctoniques récoltées au lac du Rocher au cours de l'été 1985 38

7- Densité des espèces zooplanctoniques récoltées au lac au Cochon au cours de l'été 1985 39

8- Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide de la benne Ekman en 1985 40

9- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de chacun des taxons de stade immature récoltés à la benne Ekman en 1985 41

10- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de certains invertébrés benthiques récoltés à la benne Ekman en 1985 42

11- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de certains invertébrés benthiques récoltés à la benne Ekman en 1984 43

12- Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide des plaquettes de colonisation sur les lacs de l'étude en 1985 44

13- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période des insectes immatures récoltés à l'aide des plaquettes de colonisation sur les lacs de l'étude en 1985 45

LISTE DES ANNEXES (suite et fin)

PAGE

14- Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide du filet troubleau en 1985 46

15- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de chacun des taxons de stade adulte et immature récoltés au filet troubleau sur les deux lacs de l'étude en 1985 47

16- Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide des cages à émergences en 1985 48

17- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de chacun des taxons de stade adulte récoltés à l'aide des cages à émergences sur les deux lacs de l'étude en 1985 49

18- Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide du filet fauchoir en 1985 50

19- Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de chacun des taxons de stade adulte et immature récoltés au filet fauchoir sur les deux lacs de l'étude en 1985 51

20. Nombre d'individus représentant les différents taxons identifiés dans les estomacs d'ombles de fontaine 52

1. INTRODUCTION

Ce travail constitue la deuxième étape d'une étude traitant de l'impact de l'acidité et de la compétition avec les poissons sur l'alimentation et la croissance de canetons de Canard noir et de Garrot commun.

Les résultats de la première étape ont déjà fait l'objet d'un rapport scientifique (Gagnon et al. 1985). Au cours de l'été 1985, des groupes de canetons ont, à nouveau, été élevés sur les deux lacs acides dans lesquels les populations d'ombles de fontaine ont été manipulées. Tout comme en 1984, nous avons mesuré plusieurs paramètres physico-chimiques et biologiques afin d'évaluer la qualité de l'eau ainsi que la quantité et la diversité des proies disponibles pour les canetons vivant sur chacun des lacs.

Les techniques d'échantillonnage des proies sont adaptées aux différents habitats explorés par les canetons, de même qu'aux habitudes alimentaires particulières aux deux espèces de canetons. L'effort d'échantillonnage a été réparti également entre les deux lacs tout au long de la période d'élevage des canetons (20 juin au 4 juillet). Les échantillons recueillis dans les différents habitats et aux différentes périodes ont été analysés en terme d'abondance relative et de biomasse des différents taxons par unité d'échantillonnage afin d'être comparés aux données de 1984.

Les méthodes utilisées sont décrites en détail ailleurs (Gagnon et al. 1985). Nous ne présenterons ici que les modifications qui ont été apportées au cours du deuxième été de l'étude.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS LACUSTRES

2.1.1 Qualité de l'eau

Une série de paramètres physico-chimiques ont été mesurés à l'aide d'un appareil HYDROLAB (concentration en oxygène dissous, température, conductivité et pH) et d'un pH-mètre de terrain (DIGISENSE). La profondeur d'extinction de lumière a été évaluée à l'aide du disque de Secchi. Trois échantillonnages hebdomadaires ont été réalisés entre le 20 juin et le 4 juillet au lac du Rocher et au lac au Cochon. Un dernier échantillonnage a eu lieu le 16 août sur ces deux lacs.

2.1.2 Zooplancton

Un échantillonnage du zooplancton a été réalisé concurremment à l'échantillonnage de la qualité de l'eau. La récolte du plancton animal a été faite, à quatre reprises durant l'été, en filtrant une colonne d'eau verticale de 10 m. (trois traits à chaque fois) au lac au Cochon et de 9 m. au lac du Rocher. Nous avons utilisé un filet à plancton de type "Wisconsin" dont l'ouverture a un diamètre de 12,0 cm. Le volume filtré a été calculé et chaque échantillon a été

conservé dans une solution de formaldhéhyde à 4% (annexe 1) jusqu'au moment de l'identification qui a été réalisée selon la technique décrite à l'annexe 2.

2.1.3 Poissons

Le lac du Rocher a été vidé de la majorité de ses poissons afin d'évaluer l'importance de la compétition entre les ombles et les canetons. Pour ce faire, les techniciens de la ZEC Batiscan-Neilson et du Service d'aménagement et d'exploitation de la faune du Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, ont disposé dix filets maillants (3 de 1 po., 3 de 1.5 po. et 4 de 2 po.) autour du lac. Ces filets ont été levés tous les jours entre le 21 et le 31 mai.

Du 21 juin au 4 juillet 1985, deux filets (1 de 1 po., 1 de 2 po.) furent à nouveau installés sur le lac du Rocher et levés quotidiennement. Tous les poissons recueillis (n = 728) ont été mesurés, pesés et leur sexe a été déterminé. Sur certains individus (n = 121) nous avons prélevé les estomacs que nous avons conservés dans une solution de formaldéhyde (4%) pour une analyse ultérieure des contenus stomacaux. Ces pêches intensives ont donc contribué à diminuer de façon importante le nombre de poissons de taille variant entre 90 et 309 mm dont l'alimentation était susceptible de réduire la nourriture disponible aux couvées de canetons apprivoisés.

Le lac au Cochon quant à lui, a été ensemencé de 1000 ombles de fontaine de 120 à 180 mm de longueur provenant d'une pisciculture de la région de Portneuf. Les 4 et 5 juillet, une pêche intensive à l'aide de filets maillants (4 filets expérimentaux) distribués perpendiculairement le long des berges nous a permis de capturer 112 ombles de fontaine. Nous avons prélevé les estomacs de quarante-huit de ces individus pour en analyser les contenus. L'analyse des contenus stomacaux a été réalisée à l'aide de loupes binoculaires et des ouvrages suivants: Ward and Whipple (1959), Johannsen (1969), Wiggins (1977), Borror et al. (1981), Merrit & Cummins (1984). Nous avons pris note du degré de remplissage du système digestif, puis nous avons identifié (généralement à la famille) et dénombré les organismes présents.

2.2 DISPONIBILITÉ DES PROIES

2.2.1 Généralités

La récolte des échantillons (autres que les plaquettes et les cages à émergences) au lac du Rocher et au lac au Cochon a été réalisée en trois périodes, c'est-à-dire une fois tous les sept jours entre le 20 juin et le 4 juillet. La figure A-1 donne la position des stations sur les lacs et l'annexe 3 fournit le calendrier d'échantillonnage. Les organismes récoltés ont été triés et préservés dans une solution de fomaldéhyde (4%). Après identification, ils étaient dénombrés et pesés (poids sec). L'identification des organismes s'est limitée à la famille et la nomenclature suivie pour les insectes est celle proposée par Borror et al. (1981).

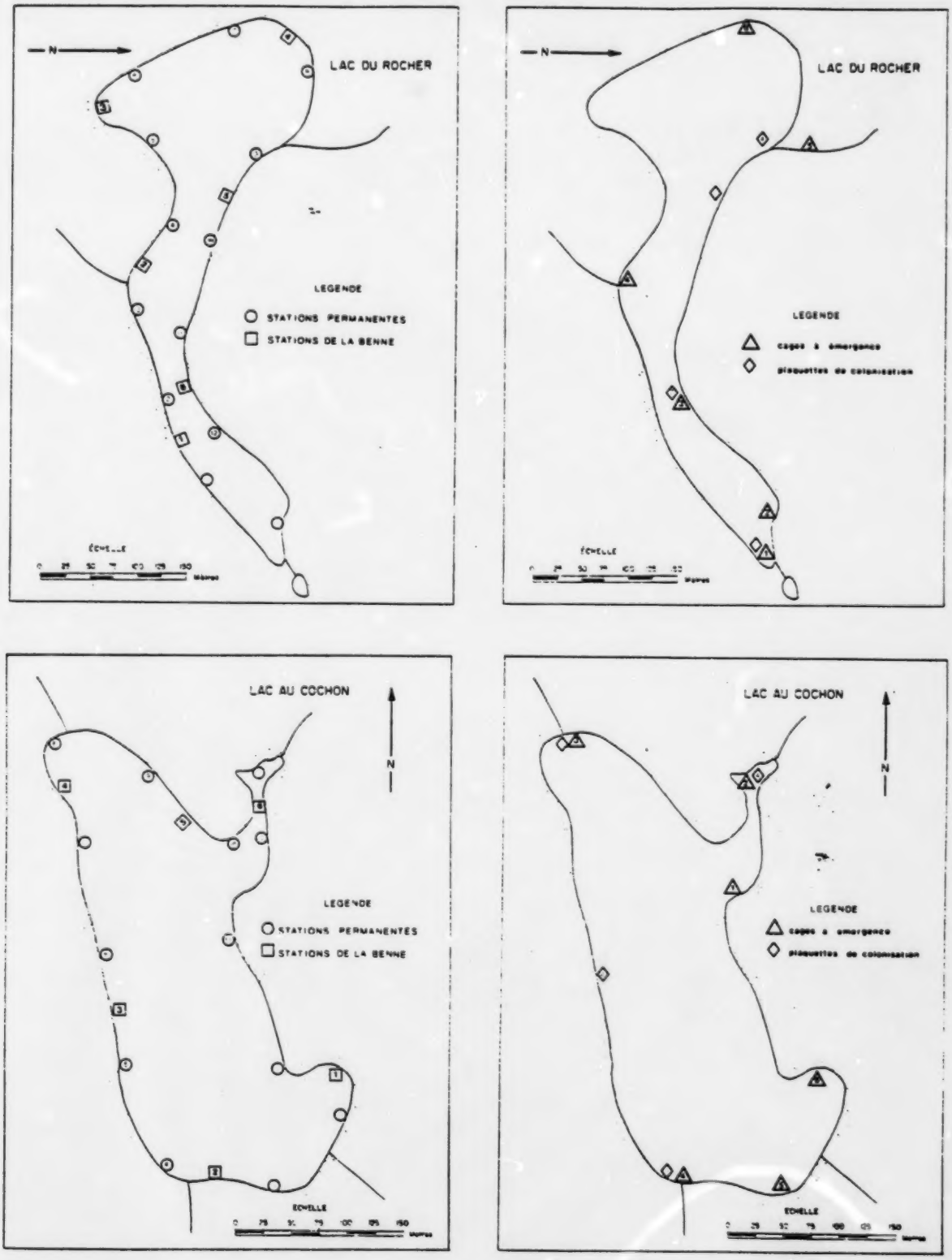

Figure A-1 Localisation des stations échantillonnées pour les proies disponibles sur les lacs de l'étude en 1985 (stations permanentes: filet fauchoir, filet troubleau; benne Ekman; cages à émergences; plaquettes de colonisation).

2.2.2 Benne Ekman

Six stations permanentes (équidistantes de 200 m) ont été échantillonnées à trois reprises sur les lacs du Rocher et au Cochon, entre le 20 juin et le 4 juillet 1985. Les conditions d'échantillonnage apparaissent à l'annexe 4.

2.2.3 Plaquettes de colonisation

En 1985, parmi les plaquettes qui ont passé l'hiver dans les lacs, une série de trois plaquettes a été relevée le 29 mai à chacune des quatre stations des lacs de l'étude. Les 16 et 17 juillet, une dernière série de plaquettes a été récoltée à chacune des stations au lac du Rocher et au lac au Cochon.

2.2.4 Filet troubleau

Treize stations permanentes (équidistantes de 100 m) ont été échantillonnées à trois reprises sur les lacs du Rocher et au Cochon en même temps que la benne et le filet fauchoir.

2.2.5 Cages à émergences

Six cages à émergence ont été disposées en différents points aux lacs du Rocher et au Cochon et sont demeurées en opération durant 21 jours consécutifs, soit du 17 juin au 7 juillet 1985. Les cages étaient vidées de leur contenu quotidiennement entre 6 et 8 heures.

2.2.6 Filet fauchoir

Au lac du Rocher et au Cochon, le filet fauchoir a été utilisé à trois reprises aux 13 stations permanentes équidistantes de 100 m.

2.3 ANALYSES STATISTIQUES

Comme les données que nous avons recueillies sur les insectes suivaient rarement une distribution normale, nous avons donc recouru à des analyses statistiques non paramétriques. Le test de Kruskal Wallis a servi lorsque plus de deux situations expérimentales étaient comparées entre elles, alors que le test de Mann Withney a été utilisé dans les cas de comparaisons simples.

3. RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS LACUSTRES

3.1.1 Qualité de l'eau

3.1.1.1 Oxygène dissous

Le lac du Rocher et le lac au Cochon ont tous les deux des courbes d'oxygène dissous comparables à celles de l'année précédente. On note un important déficit d'oxygène dans l'hypolimnion et une forte productivité au niveau du métalimnion (figures 1 et 2). Cette forte productivité dans les couches superficielles n'est cependant pas toujours présente. Aussi nous considérons que les deux lacs sont généralement caractérisés par une courbe d'oxygène dissous du type clinograde fort (Legendre & Legendre 1980).

3.1.1.2 Conductivité

La conductivité est un indice global de la minéralisation des eaux. Elle s'avère un paramètre important pour la détermination de la sensibilité des lacs à la charge acide (Dupont 1984). Le seuil de sensibilité extrême est associé à une valeur de conductivité se situant entre 20 et 35 S/cm (Bobée et al. 1982). La conductivité du lac du Rocher varie de 19 à 52 S/cm tandis que celle du lac au Cochon varie de 26 à 52 S/cm. Les mesures de conductivité excédant 40 S/cm résultent souvent d'une mise en suspension des sédiments de fond au moment de la prise des données par la sonde de l'HYDROLAB. Les valeurs moyennes de conductivité obtenues sur les deux lacs en 1985 se situent toutes à l'intérieur des valeurs de sensibilité extrêmes fixées par Bobée et al. (1982). Tout comme nous l'avions conclu en 1984, les lacs de l'étude sont faiblement minéralisés et extrêmement vulnérables aux polluants acidifiants présents dans l'environnement.

3.1.1.3 Acidité

Les valeurs de pH enregistrées en mai, juin et août varient de 5.1 à 5.2 au lac du Rocher et de 4.9 à 5.1 au lac au Cochon (annexe 5). Compte tenu du faible degré de minéralisation des eaux des deux lacs et du faible pouvoir tampon qui leur est associé, il est normal que les valeurs de pH mesurées au cours de l'été 1985 soient faibles et comparables aux mesures faites l'an dernier au même moment de l'année (lac du Rocher: 5.0 et 5.2; lac au Cochon: 4.8 et 5.0 en 1984).

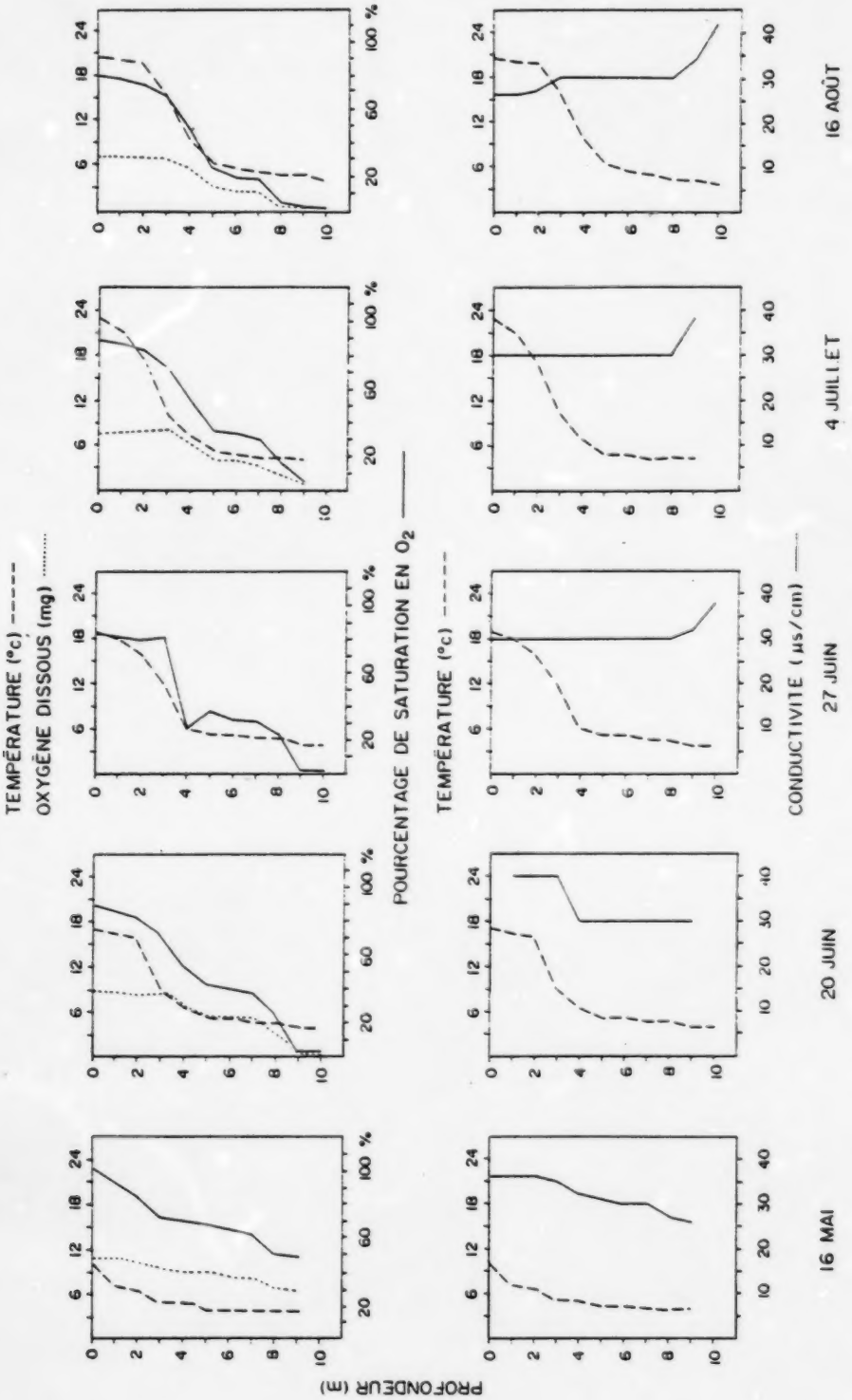

Figure 1 **Courbes des valeurs d'oxygène dissous, de température et de conductivité relevées au lac du Rocher en 1985.**

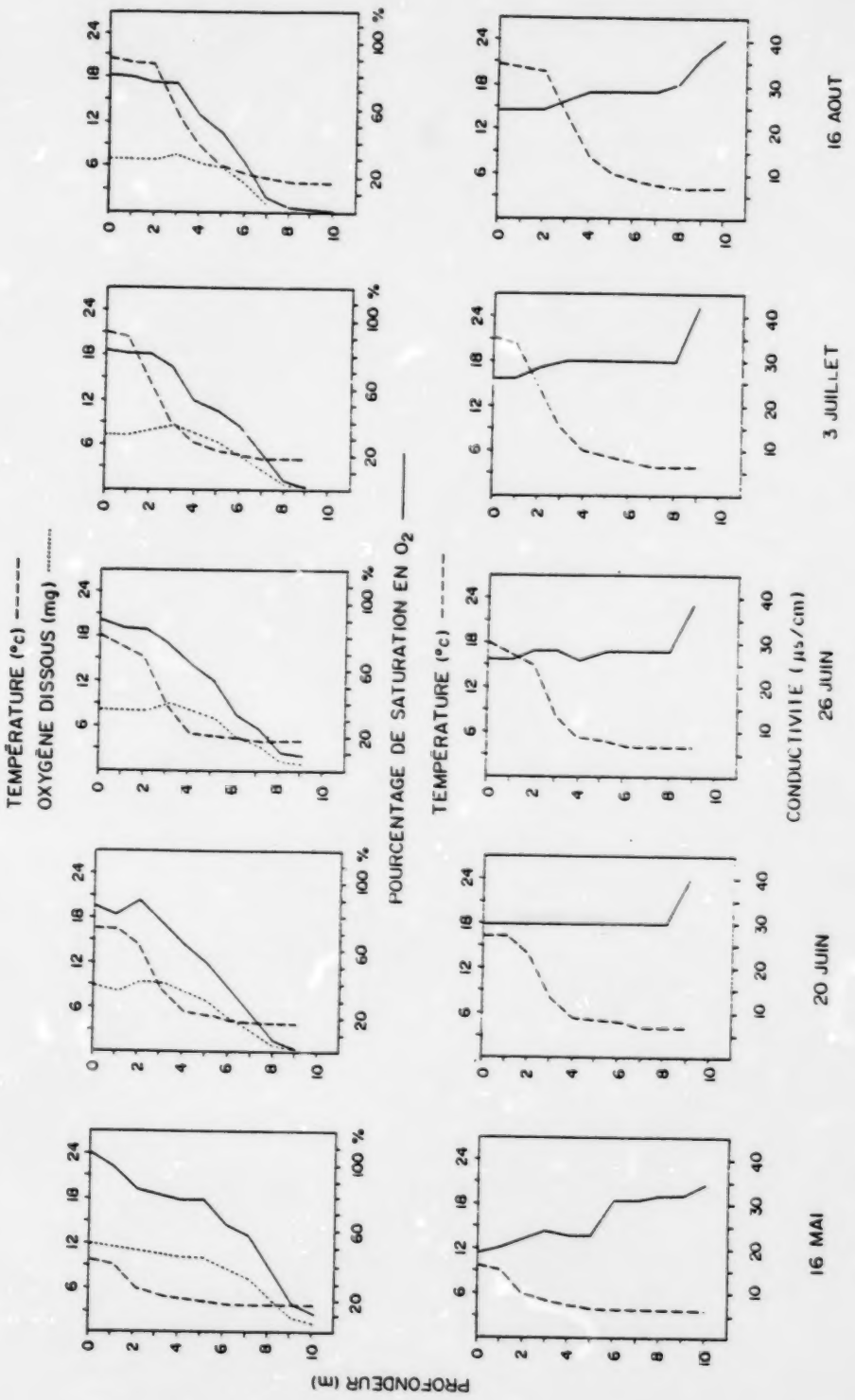

Figure 2 Courbes des valeurs d'oxygène dissous, de température et de conductivité relevées au lac au Cochon.

3.1.1.4 Transparence

La lecture du disque de Secchi au lac du Rocher a donné une lecture faible au mois de mai (2.0 m). Les lectures ont cependant été plus élevées par la suite (3.0 à 3.5 m) (annexe 5). Au lac au Cochon, la lecture du disque de Secchi a également été plus faible au mois de mai (2.0 m) pour augmenter ensuite, atteignant 3.0 m en août. La fonte des neiges et le brassage printannier, qui apportent des solides en suspension et qui remuent les sédiments, sont certainement responsables de la faible transparence des eaux des deux lacs au mois de mai. Les faibles lectures de transparence enregistrées tout au cours de l'été sont, par contre, attribuables à la forte coloration des eaux des lacs de l'étude (voir Gagnon et al. 1985) plutôt qu'à leur forte productivité biologique.

3.1.2 Zooplancton

3.1.2.1 Lac du Rocher en 1985

Les copépodes ont dominé le zooplancton du lac du Rocher en 1985 constituant plus de 80% de la densité des crustacés planctoniques récoltés au cours de l'été 1985 (tableau 1). Parmi ceux-ci les calanoïdes (adultes et immatures) formaient le groupe le plus important, dont l'espèce dominante (Leptodiaptomus minutus) est un herbivore de moyenne à petite taille (annexe 6). La densité des calanoïdes a varié considérablement entre le mois de juin et le mois d'août atteignant un maximum à la fin de juin (17 059 ind/m^3) et un minimum au début d'août (3 947 ind/m^3) (tableau 2). Moins abondants, les cyclopoïdes (adultes et immatures) étaient dominés par Cyclops scutifer, un gros carnivore. Leur nombre a diminué de juin à août (annexe 6). Les copépodes immatures de stades nauplii constituaient une part importante du plancton le 20 juin et le 4 août alors qu'ils formaient respectivement 36% et 30% de l'ensemble des crustacés planctoniques (tableau 1). Les cladocères, moins abondants que les copépodes, ont formé de 2% à 16% des effectifs du zooplancton récolté au cours de l'été 1985. Leur nombre a diminué au cours de l'été passant de 3 961 ind/m^3 à 1 425 ind/m^3. Ils présentaient cependant le plus grand nombre d'espèces, leur représentant le plus commun étant Holopedium gibberum, un herbivore de grande taille.

3.1.2.2 Lac au Cochon en 1985

Les copépodes ont également dominé la communauté zooplanctonique du lac au Cochon en 1985. Leur abondance relative a varié de 78% à 96% de l'ensemble des organismes zooplanctoniques récoltés au cours de l'été (tableau 1). Ce sont les nauplii qui ont formé la part la plus importante des individus de ce groupe avec des valeurs croissantes tout au long de l'été passant de 39% à 70% de l'ensemble du zooplancton (figure 2). Les calanoïdes, deuxième groupe de copépodes en ordre

d'importance, ont connu une nette diminution de leur abondance relative tout au cours de l'été (tableau 2). L'espèce dominante, Aglaodiaptomus spatulocrenatus, dont les effectifs ont varié de 330 à 847 ind/m^3 est un herbivore de grande taille (annexe 7). Les cyclopoides représentaient une faible portion (5-8%) du plancton récolté au cours de l'été. Dès le début de l'été, ils étaient dominés par Cyclops scutifer, un carnivore de grande taille auquel a succédé au mois d'août Tropocyclops prasinus - mexicanus, une espèce de taille moyenne (annexe 7). Les cladocères qui formaient une faible proportion du plancton au mois de juin, ont connu une certaine recrudescence au mois de juillet et d'août passant de 5% à 4% des individus en juin à des proportions de 22% et 16% en juillet et août respectivement (tableau 1). Les deux espèces dominantes Bosmina longirostris et Diaphanosoma leuchtenbergianum, des herbivores de petites tailles ont connu une nette augmentation de leurs effectifs au cours de l'été (spécialement dans le cas de B. longirostris).

3.1.2.3 Comparaison entre le plancton des deux lacs en 1985

La densité des groupes planctoniques dans la majorité des récoltes était plus importante au lac du Rocher qu'au lac au Cochon (tableau 2). Ce n'est qu'au mois d'août que la situation a été inversée à cause de la prolifération des stades nauplii au lac au Cochon au moment ou l'ensemble du plancton du lac du Rocher connaissait une diminution notable de ses effectifs. La proportion des groupes planctoniques est demeurée sensiblement la même d'un lac à l'autre tout au cours de l'été. Les copépodes immatures constituaient toutefois une part plus importante du plancton au lac au Cochon. Les copépodes présents dans les deux lacs ont peu varié (figure 3). Au lac du Rocher, l'espèce dominante est un herbivore de petite à moyenne taille, Leptodiaptomus minutus, tandis qu'au lac au Cochon l'espèce dominante est un herbivore de grande taille, Aglaodiaptomus spatulocrenatus (annexes 6 et 7). Au lac du Rocher les copépodes cyclopoïdes sont principalement représentés par une espèce carnivore de grande taille, Cyclops scutifer, tandis qu'au lac au Cochon ce groupe est plus varié. L'espèce dominante au début de l'été Cyclops scutifer, a été remplacée par une espèce de taille inférieure Tropocyclops prasinus-mexicanus plus tard dans la saison. Les cladocères du lac du Rocher plus abondants et plus variés que ceux du lac au Cochon étaient dominés par un herbivore de grande taille Holopedium gibberum) tandis qu'au lac au Cochon un herbivore de petite taille Bosmina longirostris s'est accaparé de la dominance. Les larves prédatrices du diptère pélagique Chaoborus americanus étaient également beaucoup plus abondantes au lac du Rocher qu'au lac au Cochon.

3.1.2.4 Comparaison entre les deux années de l'étude

Les copépodes ont dominé le zooplancton du lac du Rocher les deux années (figure 3). De façon générale, la taille des

TABLEAU 1
Pourcentage de la densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1985.

Lac du Rocher

Taxons	Pourcentage (%) de la densité 20 juin	26 juin	3 juil.	4 août	x	Sx
Calanoïdes	50	54	58	44	52	6
Cyclopoïdes	13	17	15	10	14	3
Nauplii	25	17	17	30	22	6
Cladocères	12	12	15	13	13	3
Total	100	100	100	100		

Lac au Cochon

Taxons	Pourcentage (%) de la densité 20 juin	26 juin	3 juil.	4 août	x	Sx
Calanoïdes	50	20	21	9	25	18
Cyclopoïdes	6	8	6	5	6	1
Nauplii	39	68	51	70	57	15
Cladocères	5	4	22	16	12	9
Total	100	100	100	100		

TABLEAU 2
Densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1985.

Lac du Rocher

Taxons	Densité (nombre d'individus / mètre cube) 20 juin	26 juin	3 juil.	4 août	x	Sx
Calanoïdes	17059	16372	10845	3947	12056	6079
Cyclopoïdes	4617	5174	2787	876	3364	1947
Nauplii	8710	5239	3238	2741	4982	2710
Cladocères	3961	3766	1959	1425	2778	1275
Total	34347	30551	18829	8989	23179	11538

Lac au Cochon

Taxons	Densité (nombre d'individus / mètre cube) 20 juin	26 juin	3 juil.	4 août	x	Sx
Calanoïdes	2301	1650	1745	1796	1873	292
Cyclopoïdes	292	660	518	916	597	261
Nauplii	1815	5570	4338	13869	6398	5220
Cladocères	226	288	1838	3221	1393	1429
Total	4634	8168	8439	19802	10260	6593

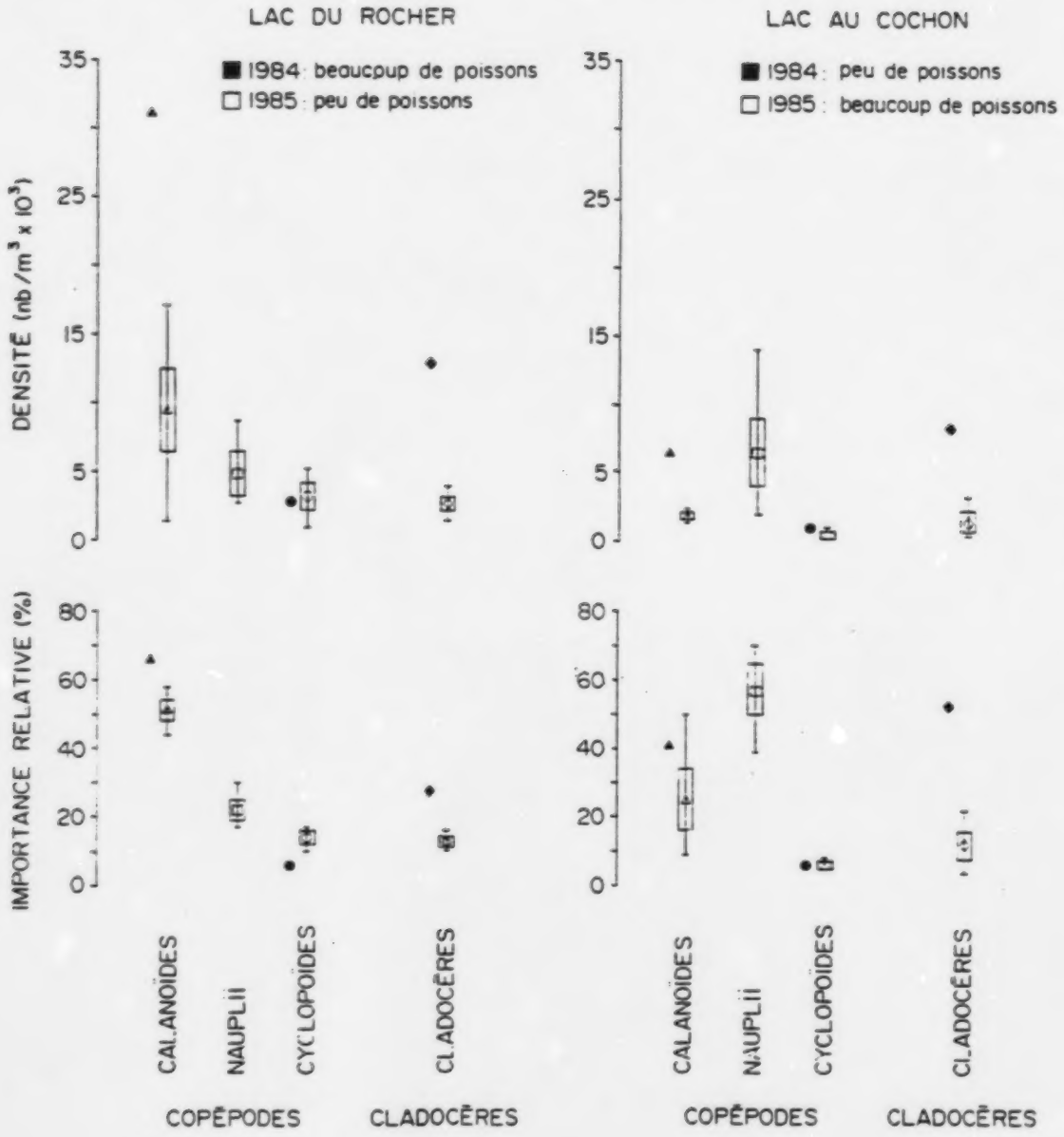

Figure 3 Densités et pourcentages des groupes zooplanctoniques récoltés au lac du Rocher et au lac au Cochon en 1984 et en 1985.

espèces dominant chacun des groupes de plancton était comparable. Par contre, au lac au Cochon, les cladocères, qui dominaient le plancton en 1984 dans une proportion de 53% (tableau 3), n'ont constitué que de 5% à 22% des organismes zooplanctoniques en 1985. Les copépodes dominaient donc en 1985 dans des proportions de 78% à 96%. L'introduction de poissons la deuxième année a donc probablement favorisé la substitution du copépode dominant C. scutifer, par une espèce de plus petite taille, Tropocyclops prasinus - mexicanus, de même qu'elle semble avoir provoqué une nette diminution du nombre de diptères pélagiques (C. americanus) présents dans la colonne d'eau (annexe 7).

3.2 DISPONIBILITÉ DES PROIES

3.2.1 Invertébrés benthiques

En dépit des pêches intensives effectuées en 1985 au lac du Rocher, les principaux organismes qui caractérisent la faune de fond du lac sont encore les diptères et les pélécypodes. Ils représentent respectivement 68% et 15% de l'ensemble des organismes récoltés avec la benne Ekman. Les chironomides dominent nettement les populations de diptères dans une proportion de 99% des effectifs (annexe 8). L'importance de la biomasse de ces mêmes taxons est toutefois inversée, étant de 42% pour les pélécypodes et de 8% pour les diptères. Les anoures viennent en deuxième ordre d'importance avec 20% de la biomasse. En comparant statistiquement les récoltes d'invertébrés benthiques effectuées en 1984 et en 1985 (Gagnon et al. 1985), soit avant et après l'élimination de la majorité des poissons du lac, nous avons obtenu peu de différences entre les organismes benthiques colonisant les lacs. Dans le tableau 4, qui présente une synthèse des résultats de 1984 et 1985, les diptères semblent plus abondants alors que la population ichtyenne a été réduite, tandis que les oligochètes étaient significativement plus abondants l'année où le lac était très poissonneux (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$). Les analyses statistiques ont été réalisées à partir des données présentées aux annexes 9, 10 et 11.

À l'instar du lac du Rocher, les invertébrés benthiques du lac au Cochon étaient surtout des diptères (61%: dominés à 90% par des chironomides) et des pélécypodes (24%) (annexe 8). Quant à la biomasse, ce sont ici aussi les pélécypodes qui se classent bon premier avec 39% devant les anoures avec 36%. Les organismes benthiques n'ayant pas été échantillonnés en 1984, nous ne pouvons pas faire de comparaisons interannuelles.

Au lac au Cochon ensemencé en 1985, les odonates et les oligochètes étaient plus abondants qu'au lac du Rocher vidé de la majorité de ses poissons (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$). Dans ce dernier lac, la biomasse des neuroptères a toutefois été plus importante qu'au lac au Cochon (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$). Il convient de noter l'absence d'éphémères dans nos échantillons au lac au Cochon.

TABLEAU 3

Pourcentage de la densité des groupes zooplanctoniques récoltés sur les lacs de l'étude en 1984.

Taxons	Densité (nombre d'individus / mètre cube) Lac du Rocher	Lac au Cochon
Calanoïdes	30946	6425
Cyclopoïdes	2840	1010
Cladocères	12895	8290
Total	46681	15725

Taxons	Pourcentage (%) de la densité Lac du Rocher	Lac au Cochon
Calanoïdes	66	41
Cyclopoïdes	6	6
Cladocères	28	53
Total	100	100

3.2.2 Invertébrés épibenthiques

Les plaquettes de colonisation servant à l'étude des organismes épibenthiques ont séjourné de un à treize mois sur les lacs de l'étude. À la fin de chacun des séjours, les plaquettes ont été récupérées et les organismes qui les colonisaient ont été identifiés, comptés et pesés. Le premier séjour (36 jours) correspond à l'été 1984. Les deuxième et troisième séjours correspondent à l'été 1985 avant (350 jours) et après (399 jours) les modifications apportées à l'ichtyofaune des lacs de l'étude.

En 1985, les plaquettes placées dans le lac du Rocher étaient principalement colonisées par des diptères, des trichoptères et des oligochètes. Les diptères (surtout des chironomides) ont constitué 52% des organismes présents sur les plaquettes, tandis que les trichoptères (principalement des polycentropodidés) comptaient pour 26% et les oligochètes pour 15%. Quant à la biomasse, elle se retrouvait surtout chez les trichoptères, les odonates et les éphémères (61%, 21% & 11%) (annexe 12). Deux séries de plaquettes ont été retirées du lac en 1985, soit avant et après l'élimination des poissons. Les résultats obtenus, présentés à l'annexe 13, nous ont permis d'établir que les trichoptères étaient significativement plus abondants au début de l'été, avant l'"élimination" des poissons (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$) tandis que les diptères et les oligocètes étaient plus abondants à la fin de l'été, après les pêches intensives (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$). Ces résultats sont difficilement interprétables étant donné le biais important introduit lors de la récolte des plaquettes. Toutefois, les comparaisons interannuelles ne révèlent aucune différence significative bien que l'environnement compétitif du lac du Rocher ait été différent au cours des deux années.

Au lac au Cochon en 1985, les principaux invertébrés épibenthiques à coloniser les substrats artificiels ont été, dans l'ordre, les diptères (42%), les oligochètes (27%) et les trichoptères (18%). La biomasse était surtout constituée de trichoptères (77%), d'éphémères (7%) et de diptères (6%) (annexe 12). Les trichoptères ont été significativement plus abondants avant l'introduction des poissons en 1985 (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$). Les diptères ont été à l'inverse plus nombreux à coloniser les plaquettes suite à l'introduction de poissons (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$). En comparant les collectes de 1984 à celles faites avant et après l'introduction de poissons, on constate que les diptères sont devenus plus abondants à la suite de l'introduction de poissons (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$). Les différences, qui avaient été décelées entre le lac du Rocher et le lac au Cochon en 1984, ne se sont pas maintenues l'année suivante. En 1984, les trichoptères et les diptères épibenthiques étaient nettement plus nombreux au lac du Rocher qu'au lac au Cochon (test de Mann Withney, $n = 4,4$, $p < 0.05$) alors qu'aucune différence significative de l'épibenthos de ces deux lacs n'est apparue à la suite des modifications opérées en 1985 sur ces lacs.

Tableau 4

Nombre d'individus moyen par station et biomasse moyenne par station des divers invertébrés récoltés sur les lacs de l'étude en 1984 et en 1985

TAXONS	NOMBRE D'INDIVIDUS					BIOMASSE (ug)				
	LAC DUROCHER 84 - 85		LAC AU COCHON 84 - 85		LAC CIVENS 84	LAC DUROCHER 84 - 85		LAC AU COCHON 84 - 85		LAC CIVENS 84
BENNE										
Éphémères	0.57	0.23	*	0.00	1.40	601	2133	*	0	930
Odonates	0.27	0.17	*	1.00	0.22	7175	778	*	4956	884
Diptères	3.03	8.63	*	12.13	8.76	816	1828	*	3872	2676
Oligochètes	5.30	0.73	*	1.73	4.50	4251	350	*	1344	2445
Pélécypodes	3.00	2.50	*	4.73	6.70	2345	4533	*	1767	9458
F. TROUBLEAU										
Éphémères	0.17	0.10	0.20	0.00	1.04	339	77	441	0	1464
Odonates	0.10	0.00	0.67	0.03	0.66	422	0	975	274	1803
Hémiptères	0.0	14.70	1.40	1.67	0.24	0	1090	1637	233	103
Coléoptères	0.0	0.00	33.93	0.00	0.00	0	0	29281	0	0
Trichoptères	0.23	0.20	0.40	0.07	1.20	413	277	1144	95	4056
Diptères	0.20	0.27	0.40	0.10	1.76	240	83	108	43	440
CAGES										
Éphémères	0.23	0.67	0.87	0.93	0.51	589	1783	2334	3032	4264
Odonates	1.50	3.43	3.10	1.87	2.50	17545	40467	40145	20833	34477
Trichoptères	4.70	6.83	6.20	6.33	10.30	19861	36667	34672	25084	11343
Diptères	28.80	153.60	92.60	233.60	147.70	8056	37333	23794	46667	12458
F. FAUCHOIR										
Homoptères **	3.80	2.46	6.90	0.97	17.62	546	528	831	257	4330
Trichoptères	3.67	3.80	4.13	2.80	0.20	6154	4520	9836	4943	655
Diptères	13.90	36.37	18.80	19.03	31.10	1933	5128	3324	2841	7463
Éphémères	0.10	0.60	0.13	0.30		210	1497	276	926	

Ce tableau a été obtenu à partir des résultats présentés aux annexes 9, 10 et 11.

* Le lac au Cochon n'a pas été échantillonné par cette technique en 1984.
** Les homoptères adultes et immatures ont été additionnés.

3.2.3 Insectes nageurs

Les hémiptères aquatiques (notonectidés) ont constitué le groupe le plus important d'insectes nageurs du lac du Rocher en 1985 (49% de la récolte au filet troubleau) (annexe 14). Un autre invertébré nageur a également été récolté en grand nombre, les hydracariens (24%). Le groupe le plus important en terme de biomasse était ce derniers groupe avec 35% de la biomasse totale alors que les hémiptères (pour la plupart des spécimens immatures de la famille des notonectidés récoltés à la troisième période de l'étude) ont contribué pour un pourcentage moindre (30%). Alors qu'ils étaient très peu nombreux en 1984, les insectes nageurs étaient très abondants dans la colonne d'eau du lac du Rocher en 1985 (annexe 15). Il ne semble toutefois pas y avoir eu de changements notoires dans les effectifs des autres taxons, malgré la transformation de l'ichtyofaune. La biomasse des différents taxons, exception faite des hémiptères, a montré une légère tendance à la baisse en 1985, sans toutefois être significative.

En 1985, les hémiptères étaient les insectes nageurs les plus abondants (11%) sur le lac au Cochon nouvellement ensemencé (annexes 14 et 15). Ils ont également constitué la biomasse la plus importante des insectes nageurs récoltés au filet troubleau (9%). Les larves de coléoptères de la famille des dytiscidés (nageurs prédateurs actifs) étaient absents en 1985 alors qu'ils étaient particulièrement nombreux en l'absence de poissons en 1984. Les hémiptères ont été capturés en nombre sensiblement égaux à chacune des années, mais leur taille a été inférieure en 1985. Ils appartenaient généralement à la famille des notonectidés (annexe 14). Les trichoptères étaient plus abondants en 1984 en l'absence de poissons (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$). Cette même tendance a été observée chez d'autres taxons récoltés dans la colonne d'eau cette année-là.

Une fois de plus on a constaté, en 1985, l'absence d'éphémères au lac au Cochon. Il convient toutefois de mentionner que la faible abondance de ce groupe dans les lacs acides et l'inefficacité du filet troubleau pour l'étude des insectes évoluant près des substrats ont pu s'ajouter à la présence des poissons pour accentuer la rareté des éphémères dans cet habitat. Les différences constatées entre les deux lacs en 1984 ne se sont pas maintenues en 1985. Le lac du Rocher se démarquait du lac au Cochon en 1984 par l'absence de larves de coléoptères et d'hémiptères, deux types d'insectes nageurs prédateurs actifs qui étaient présents dans les deux lacs en 1985.

Les modifications opérées sur les lacs en 1985 ont favorisé la prolifération des hémiptères aquatiques dans la colonne d'eau du lac du Rocher et sont certainement responsables de la diminution spectaculaire des larves de coléoptères aquatiques au lac au Cochon.

3.2.4 Insectes émergents

Au lac du Rocher en 1985, les diptères ont été les insectes émergents les plus fréquemment récoltés dans les cages à émergence (annexe 15). Ils ont compté pour 84% des individus récoltés, quant à la biomasse, ce sont les odonates (33%), les diptères (30%) et les trichoptères (29%) (annexe 16) qui ont constitué à peu près également la presque totalité de la biomasse récoltée dans les cages. Les diptères étaient généralement des chironomidés (78%), les odonates étaient surtout des coenagrionidés (95%) et les trichoptères des polycentropodidés (63%) (annexe 16). L'abondance relative de chacun des taxons a été plus élevée en 1985 comparativement à 1984 (surtout les diptères; test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$) (annexe 16). La même constatation vaut pour la biomasse, toutefois, seuls les éphémères avaient une biomasse significativement plus importante en 1985 (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$).

Les insectes qui ont émergés du lac au Cochon en 1985 étaient surtout des diptères (66% des captures & 42% de la biomasse) (annexe 16). Les trichoptères et les odonates ont aussi constitué une part importante de la biomasse avec, respectivement, 23% et 20% de la biomasse totale. Les diptères ont été significativement plus nombreux en 1985 (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$), tandis que le nombre et la biomasse des éphémères et des trichoptères sont restés stables d'une année à l'autre. Les odonates ont été, quant à eux, moins abondants en 1985.

Les différences constatées entre les deux lacs en 1984 ne se sont pas maintenues en 1985. En 1984, les diptères étaient significativement plus importants en nombre et en biomasse dans les cages à émergences du lac au Cochon (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$) tandis qu'en 1985 les éphémères ont contribué davantage à la biomasse totale d'insectes sur le lac du Rocher (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$) (annexe 17).

3.2.5 Les invertébrés ripicoles

Les collemboles ont été les invertébrés les plus nombreux dans la végétation ripicole du lac du Rocher en 1985. Ils ont contribué pour 86% des individus récoltés alors que les diptères, au deuxième rang ne formaient que 9% des effectifs. La biomasse a été également dominée par les collemboles (26%), les araignées venant au deuxième rang (22%) (annexe 18). Les odonates, les diptères et les trichoptères ont aussi contribué de façon importante à la biomasse avec respectivement 16%, 11% et 17% de la biomasse totale récoltée avec le filet fauchoir. De façon générale, la majorité des taxons échantillonnées par cette technique étaient plus nombreux en 1985 comparativement à 1984. Les diptères adultes ont connu une augmentation appréciable de leur abondance et de leur biomasse (test de Mann Withney, $n = 3,3$, $p < 0.05$) (annexe 19). Il en a été de même pour la biomasse des éphémères. Seuls les homoptères ont connu une diminution significative de leurs effectifs (test de Mann Withney,

n = 3,3, $p < 0.05$). Nous croyons que cela n'est pas dû aux modifications opérées sur le lac du Rocher puisque ces insectes n'ont pas de lien véritable avec le milieu aquatique, contrairement à la majorité des autres espèces étudiées.

Au lac au Cochon, les collemboles et les diptères étaient les invertébrés ripicoles les plus abondants en 1985 avec, respectivement, 81% et 9% des effectifs totaux. Par contre, les araignées (44%) et les trichoptères (13%) ont constitué la majorité de la biomasse. Au cours de la même année au lac au Cochon, le nombre d'homoptères étaient significativement plus faible (test de Mann Withney, n = 3,3, $p < 0.05$), comme au lac du Rocher (durant la même année) d'ailleurs.

Les différences observées entre les deux lacs en 1985 n'ont pas été les mêmes que celles décelées en 1984. En 1984, l'abondance et la biomasse des collemboles de même que la biomasse des hémiptères terrestres adultes ont été beaucoup plus importantes au lac du Rocher (test de Mann Withney, n = 3,3, $p < 0.05$), tandis que les larves de lépidoptères ont été plus nombreuses au lac au Cochon (test de Mann Withney, n = 3,3, $p < 0.05$). En 1985, l'abondance et la biomasse des diptères adultes ont été plus importantes au lac du Rocher (test de Mann Withney, n = 3,3, $p < 0.05$).

3.2.6 Régime alimentaire de l'omble de fontaine

3.2.6.1 Lac du Rocher

Le contenu de 121 estomacs de truites, capturées dans le lac du Rocher entre le 21 mai et le 4 juillet 1985, a été analysé. Nous avons d'abord regroupé les organismes identifiés dans les contenus stomacaux selon la taille des individus (i.e. petite: < 170 mm, moyenne: 170-250 mm et grande: > 249 mm). Ainsi, on a constaté qu'au lac du Rocher, les ombles de fontaine ont mangé beaucoup plus d'insectes nageurs (31 à 87%) que toute autre forme d'invertébrés (figure 4). Cependant, les invertébrés benthiques étaient le type de proies le plus fréquemment rencontré dans les estomacs de ces mêmes ombles (87 à 93%) (figure 5).

Les ombles, de taille moyenne et grande, ont surtout mangé des insectes nageurs alors que les individus de petite taille ont mangé davantage d'organismes zooplanctoniques. Les invertébrés nageurs identifiés dans les estomacs d'ombles de fontaine étaient, par ordre d'importance, des larves de diptères, des hémiptères, des coléoptères et des hydracariens. Les diptères chaoboridés ont constitué les proies les plus importantes parmi les invertébrés nageurs consommés par les ombles (88 à 98%). Les organismes zooplanctoniques, le plus souvent la proie des ombles de petites tailles, étaient généralement des cladocères. Chez les invertébrés benthiques consommés par les ombles de toutes tailles, les odonates (libellulidés), les trichoptères (phryganidés) et les neuroptères (sialidés) étaient les taxons les plus fréquemment rencontrés

(figure 5). Les diptères (chironomidés) ont cependant constitué les proies les plus nombreuses dans les estomacs d'ombles de tailles petite et moyenne, alors que les poissons de grande taille ont mangé plus d'odonates.

Les formes émergentes d'insectes, en général des diptères (chironomidés), ont constitué des proies moins importantes pour les poissons, on les retrouvait généralement chez les ombles de petite et grande tailles. Les invertébrés ripicoles d'origine terrestre, colonisant la bande de végétation ceinturant nos lacs (homoptères, hyménoptères et autres), ont été des proies occasionnelles encore moins abondantes que les insectes émergents. On les retrouvait plus fréquemment dans les estomacs d'ombles de petite taille tout comme pour les formes émergentes (figure 5).

3.2.6.2 Lac au Cochon

Les estomacs de 45 ombles de fontaine, capturées au lac au Cochon les 4 et 5 juillet 1985, ont également été examinés. La taille des ombles variait entre 170 et 249 mm, nous les avons donc regroupé dans la classe de taille moyenne. Ces poissons introduits dans les lacs deux mois auparavant ont consommé beaucoup d'insectes nageurs (49%), de zooplancton (36%) et d'invertébrés benthiques (9%) (figure 4). Cependant, les invertébrés benthiques moins importants en termes de nombre (9%) étaient par contre les organismes les plus fréquemment rencontrés dans les estomacs d'ombles (89%) (figure 5), les insectes nageurs et émergents venant en second (67%). Les invertébrés ripicoles, peu abondants (1%), étaient tout de même présents dans 53% des estomacs d'ombles de fontaine, contrairement aux formes zooplanctoniques qui étaient abondantes mais présentes dans seulement 16% des estomacs.

Les insectes nageurs consommés par les ombles au lac au Cochon étaient constitués à près de 90% par des diptères (figure 4). De fait, les diptères constituaient 46% des insectes identifiés dans les estomacs d'ombles, les chaoboridés constituant à eux seuls 96% des diptères (annexe 20). Les formes zooplanctoniques retrouvées dans les estomacs de truites étaient toujours des copépodes. Les organismes benthiques moins abondants, mais probablement les plus recherchés, étaient par ordre d'importance des odonates (libellulidés), des trichoptères (polycentropodidés) des diptères (chironomidés) et des éphémères. Les insectes émergents, tout aussi recherchés que les insectes nageurs, étaient surtout des odonates et des diptères (figure 5), tandis que les invertébrés ripicoles moins fréquemment rencontrés dans les estomacs, étaient habituellement des araignées.

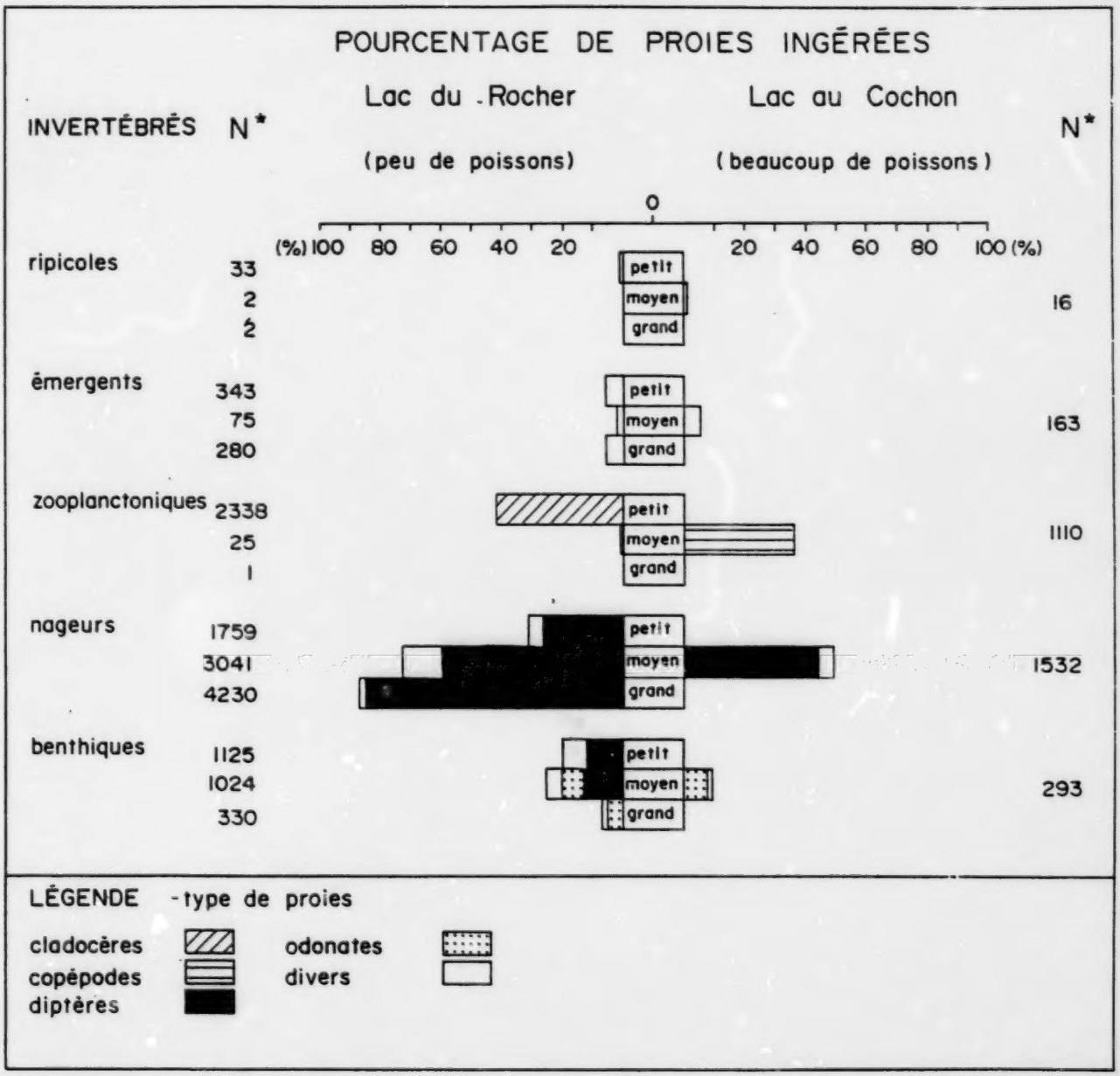

Figure 4 Pourcentages des proies ingérées par les ombles de fontaine au lac du Rocher et au lac au Cochon en 1985.

N*: nombre de proies dans les estomacs)

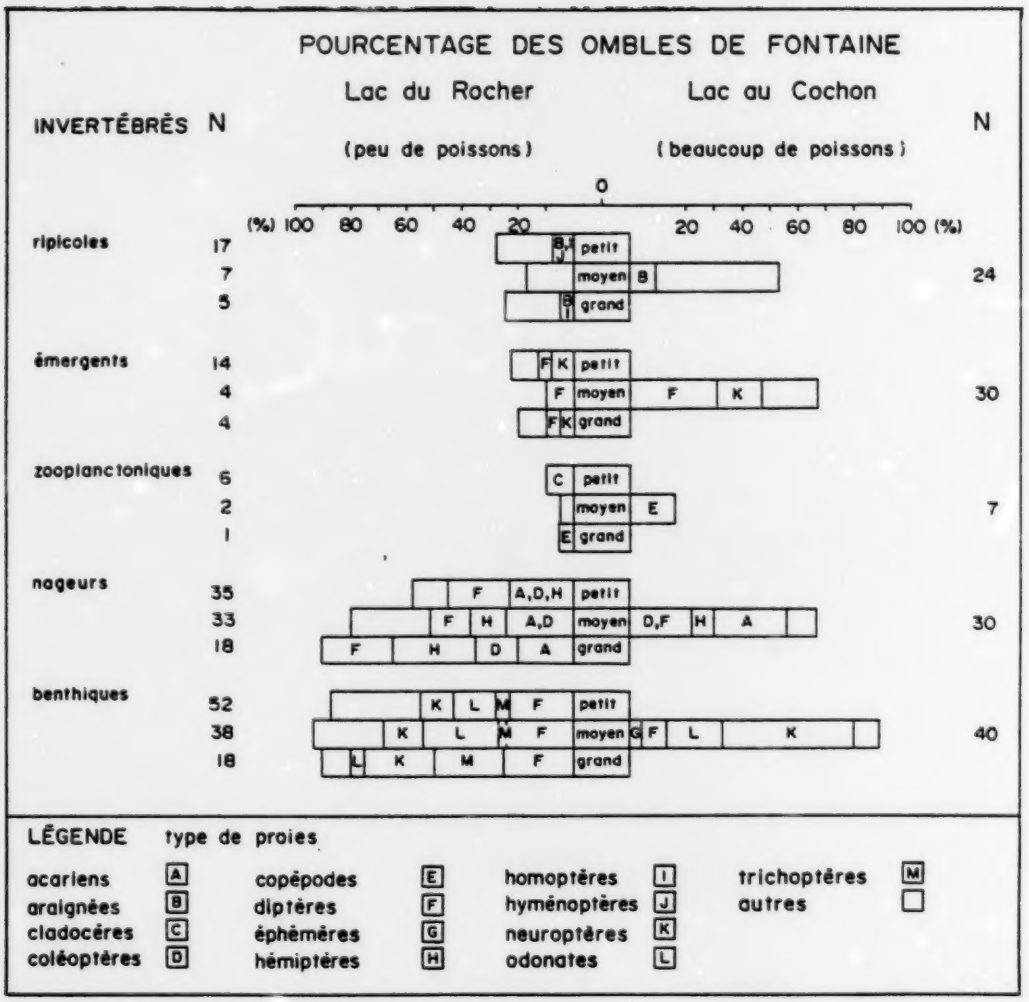

Figure 5 Pourcentages des estomacs d'ombles de fontaine dans lesquelles différentes proies ont été identifiées.

(N*: fréquence d'occurence des proies dans les estomacs)

3.2.6.3 Comparaisons entre les deux lacs

Indépendamment de leur taille, les ombles de fontaine des deux lacs ont mangé beaucoup plus d'insectes nageurs que toute autre forme d'invertébrés. Au lac du Rocher, la majorité de ces insectes étaient des diptères de la famille des chaoboridés alors qu'au lac au Cochon, les formes nageuses étaient surtout des hydracariens.

Les invertébrés benthiques, bien que moins nombreux, étaient les proies les plus fréquentes dans le régime alimentaire des ombles de toutes tailles. Parmi ceux-ci, les plus fréquemment retrouvés dans les contenus stomacaux étaient les odonates, malgré qu'en termes de nombre ce soit les diptères qui aient été les plus abondants au lac du Rocher. Les formes zooplanctoniques, généralement consommées par les petites truites au lac du Rocher, étaient généralement des cladocères alors qu'au lac au Cochon, c'étaient exclusivement des copépodes. Le pourcentage du nombre d'insectes émergents consommés par les ombles des deux lacs étaient comparable. Cependant, les insectes émergents étaient plus fréquents dans le régime des ombles au lac au Cochon. À ce lac, on retrouvait surtout des odonates et des diptères alors qu'au lac du Rocher, c'étaient des diptères et des trichoptères. À l'instar des insectes émergents, les invertébrés ripicoles étaient plus fréquents dans le régime alimentaire des ombles du lac au Cochon et ils étaient aussi plus souvent la proie des ombles de taille moyenne au lac au Cochon qu'au lac du Rocher.

3.2.7 Effets de la présence de poissons sur l'abondance des proies

Les valeurs moyennes des résultats des deux années ont été regroupées pour obtenir une image plus claire de l'effet de la présence (lac du Rocher en 1984 et lac au Cochon en 1985) et de l'absence de poissons (lac du Rocher en 1985 et lac au Cochon en 1984) sur les insectes aquatiques. Les résultats obtenus quant aux nombres d'individus indiquent que, dans 15 cas sur 20, les lacs sans poissons possédaient un plus grand nombre d'insectes que les lacs poissonneux (figure 6). Ainsi, nous avons récolté davantage d'odonates et de diptères dans la végétation ripicole bordant les lacs sans poissons (test de Mann Withney, $n = 6,6$, unilatéral, $p < 0.05$). Les éphémères et les trichoptères semblaient également plus nombreux autour des lacs sans poissons. Le nombre d'odonates et de trichoptères émergents ont été plus nombreux dans les lacs sans poissons (test de Mann Withney, $n = 6,6$, $p < 0.05$) tandis que les diptères, les trichoptères et les éphémères ont été semblables dans les deux types de lacs. En général, les insectes étaient plus nombreux dans la colonne d'eau des lacs sans poissons, comme les diptères, les odonates, les éphémères, les hémiptères et les coléoptères (test de Mann Withney, $n = 6,6$, $p < 0.05$). Alors que les larves de trichoptères étaient également abondantes dans les deux types de lacs. Les organismes benthiques tels que les éphémères, les trichoptères, les diptères et les pélécypodes présentaient des effectifs comparables

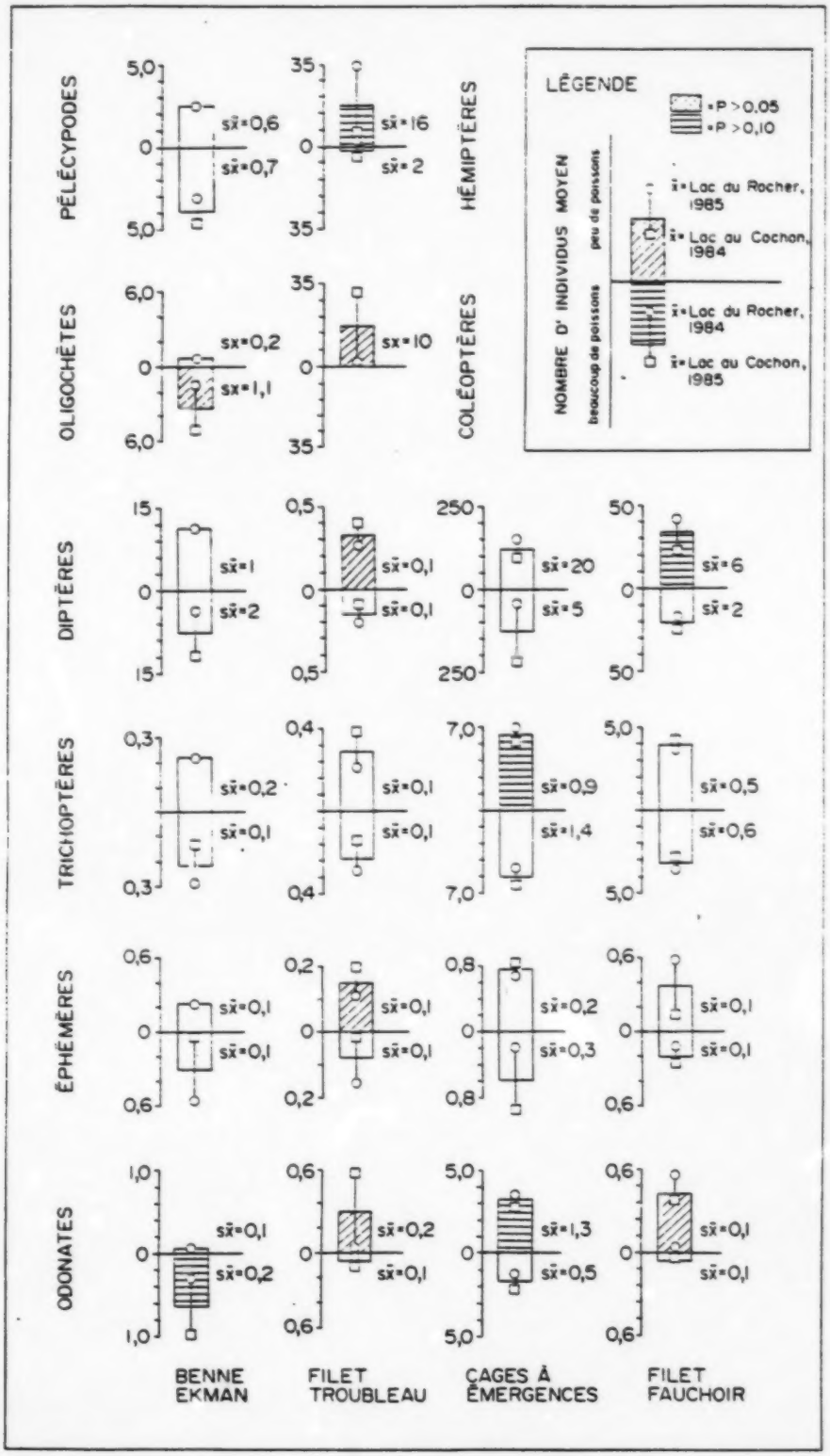

Figure 6 **Comparaisons à l'aide du test de Mann Withney entre les nombres moyens (par station) d'invertébrés capturés dans les lacs poissonneux et peu poissonneux de l'étude.**

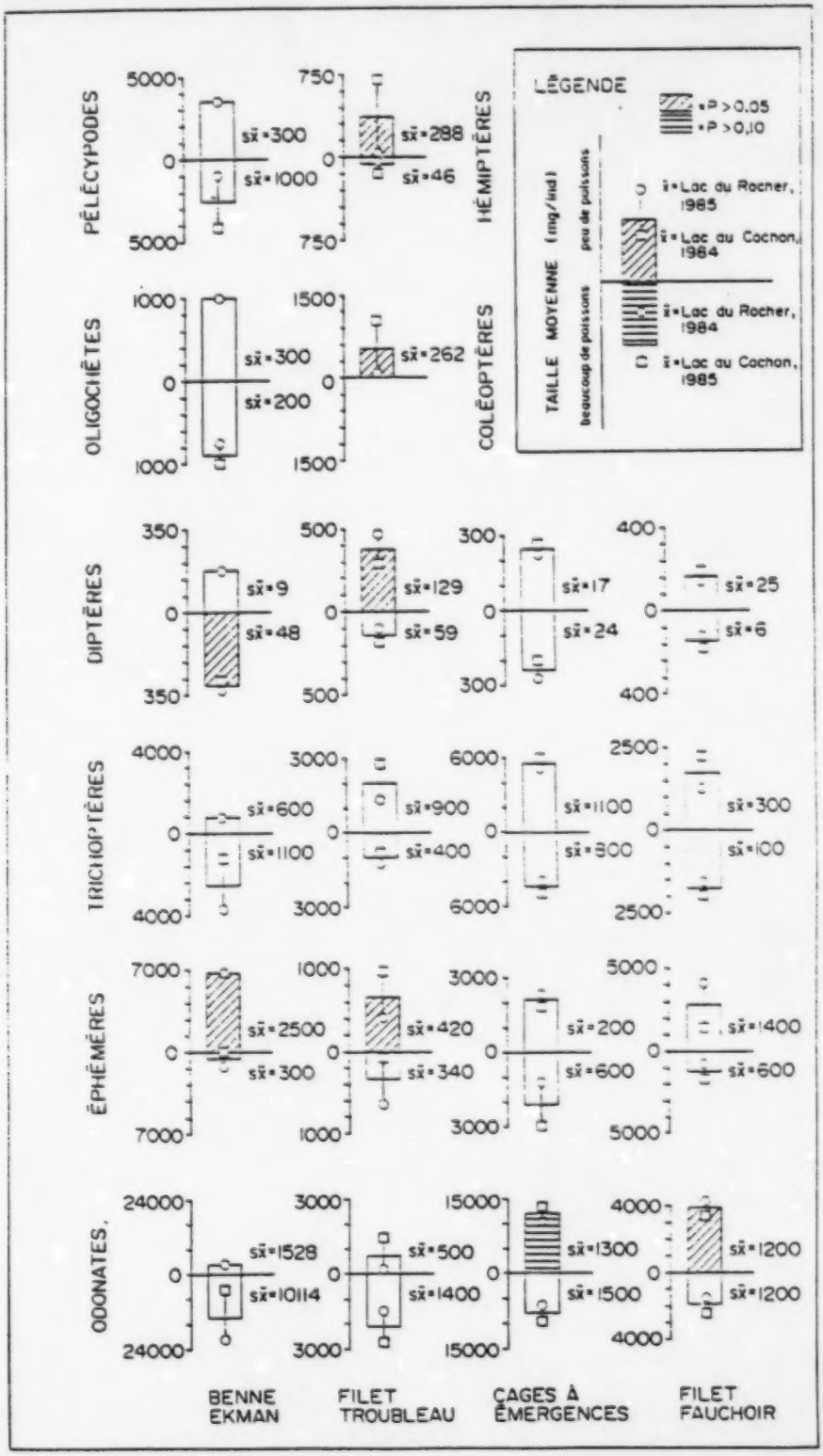

Figure 7 **Comparaisons à l'aide du test de Mann Withney entre la taille moyenne des invertébrés capturés dans les lacs poisonneux et peu poisonneux de l'étude.**

alors que les larves d'odonates et les oligochètes affichaient des densités significativement plus grandes dans les lacs poissonneux (test de Mann Withney, $n = 3,6$, $p < 0.05$).

3.2.8 Effets de la présence de poissons sur la taille des proies

La taille des invertébrés récoltés par chacune des techniques semblait plus importante (15 cas sur 20) dans les lacs sans poissons (figure 7). Dans le cas du filet fauchoir et des cages à émergences, seuls les odonates se sont avérés être de taille significativement supérieure (test de Mann Withney, $n = 6,6$, unilatéral, $p < 0.05$). Dans le cas du filet troubleau, les diptères, les hémiptères, les coléoptères et les éphémères étaient de taille nettement supérieure en l'absence de poissons (test de Mann Withney, $n = 6,6$, $p < 0.05$). La taille des invertébrés benthiques variait peu d'un type de lac à l'autre à l'exception des éphémères qui étaient plus gros dans les lacs sans poissons (test de Mann Withney, $n = 3,6$, $p < 0.05$). La même observation a été faite pour les diptères dans les lacs poissonneux.

3.2.9 Conclusion

Notre étude indique que dans les lacs vides ou peu poissonneux:

- les odonates adultes étaient plus nombreux et de plus grande taille aussi bien dans la végétation ripicole que dans les cages à émergences;
- il y avait davantage de diptères adultes dans la végétation ripicole;
- il y avait davantage de trichoptères émergents;
- les diptères, les hémiptères, les coléoptères et les éphémères évoluant dans la colonne d'eau étaient plus nombreux et plus gros;
- les larves d'odonates et d'éphémères étaient plus nombreuses et leur taille ne changeait pas;
- les larves d'éphémères étaient de taille plus grande.

Par contre dans les lacs poisonneux:

- les larves benthiques de diptères étaient plus grosses;
- les larves benthiques d'odonates étaient plus nombreuses;
- les oligochètes étaient plus nombreux.

4. DISCUSSION

4.1 EFFETS DES POISSONS SUR LES INVERTÉBRÉS AQUATIQUES

La pression prédatrice des poissons dans les lacs de l'étude s'est traduite, à quelques exceptions près, par une diminution des populations et de la taille des insectes émergents (i.e. odonates, éphémères et trichoptères) et des insectes nageurs (i.e. hémiptères, coléoptères et diptères Chaoborus). L'omble de fontaine est un prédateur insectivore qui chasse à vue des proies généralement en mouvement. Les insectes en phase d'émergence (Morgan & Waddell 1961) et les insectes nageurs (Kerfoot & Demot

1980) constituent, pour cette espèce de poisson, des proies particulièrement vulnérables puisqu'elles sont de bonne taille et qu'elles peuvent être repérées facilement. La prédilection des ombles de fontaine pour les insectes nageurs est apparue clairement suite à l'introduction de poissons dans le lac au Cochon. En 1984, les insectes nageurs étaient particulièrement nombreux dans ce lac dépourvu de poissons depuis plusieurs années. En 1985, ils ont presque complètement disparu à la suite de l'ensemencement de 1 000 truites dans le lac.

Au lac du Rocher en 1985, la diminution de la pression prédatrice suite à une réduction substantielle du nombre de poissons a favorisé le développement des insectes nageurs (spécialement les notonectidés) bien que leurs populations ne soient pas encore tout à fait établies. Plusieurs chercheurs ont également constaté que les insectes nageurs sont moins abondants en présence de poissons et qu'ils sont généralement confinés aux secteurs des lacs qui sont les moins accessibles aux poissons insectivores (Macan 1966, 1976, 1977a, b; Pope et al. 1973; Henrikson & Oscarson 1978; Eriksson 1979; Galbraith 1982). Pour un prédateur chassant à vue, les organismes benthiques présentent certainement moins d'intérêt que les insectes nageurs puisqu'ils sont plus difficiles à trouver et que leurs tailles sont plus faibles à cette période de l'année (Macan 1966). D'ailleurs, les résultats de nos analyses de contenus stomacaux d'ombles de fontaine démontrent bien que celles-ci consomment plus d'insectes nageurs que toute autre forme d'invertébrés. Toutefois, les invertébrés benthiques tels les odonates et les trichoptères semblent prisés puis- qu'on les rencontre fréquemment dans le régime alimentaire des ombles de nos lacs. Les diptères et les odonates sont cependant les organismes qu'on retrouve en plus grande quantité, tandis que les oligochètes sont presqu'absents. Si on ajoute à cela que les insectes nageurs prédateurs actifs sont moins nombreux dans les lacs poissonneux et qu'ils n'exercent pas une pression prédatrice aussi intense sur les invertébrés benthiques, on comprendra probablement pourquoi les diptères, les odonates et les oligochètes étaient plus nombreux dans le benthos de nos lacs poissonneux. Certains auteurs rapportent avoir observé plus d'invertébrés benthiques dans les lacs sans poisson (Bell & Hayne 1952; Bendell & McNicol 1982), cependant les populations de poissons étaient différentes ou, si l'omble de fontaine était présente, elle était généralement accompagnée d'espèces benthivores.

De façon générale, la plupart des travaux portant sur les lacs sans poissons ou sur des lacs dont la pression prédatrice par les poissons a été grandement diminuée par des pêches intensives, des empoisonnements ou par l'acidification graduelle du milieu sont arrivés aux mêmes conclusions à savoir que les lacs sans poissons abritent des groupes d'invertébrés aquatiques différents et plus nombreux que les lacs poissonneux, (Ball & Haine 1952; Macan 1965, 1976, 1977; Pope et al. 1973; Northcote & Clarotto 1975; Andersson et al. 1978; Stenson et al. 1978; Von Ende 1979; Henrikson et al. 1980; Bendell & McNicol 1982; Hunter et al. 1985; Yan et al. 1985; McNicol et al. 1987).

4.2 EFFETS DES POISSONS SUR LES COMMUNAUTÉS ZOOPLANCTONIQUES

La présence d'ombles de fontaine affecte habituellement, peu la structure des communautés zooplanctoniques d'un lac (Stenson 1974a,b) en dépit du fait que ces poissons consomment du plancton à l'occassion (cette étude).

D'autres auteurs (Hutchinson 1971; Pope & Carter 1975; IEC Beak 1985) ont constaté qu'en présence d'ombles de fontaine, on pouvait aussi retrouver des espèces de zooplancton de grande taille (Daphnia pulex, Holopedium gibberum et Daphnia catawba), généralement sensible à la prédation (Galbraith 1967 ; Stenson 1972; Zaret 1980). À l'instar de ces travaux, nos lacs poisonneux étaient aussi dominés par des espèces de grandes tailles.

Les modifications de l'environnement compétitif que nous avons engendrées suite à la manipulation des populations de poissons, nous ont permis de constater qu'en l'absence de poissons, les insectes nageurs et les larves de diptères (C. americanus) sont généralement plus gros et plus nombreux. La prédation qu'exercent à leur tour ces insectes aquatiques sur le plancton est telle que la composition relative des communautés zooplanctoniques peut s'en trouvé changée (Galbraith 1982; Yan et al. 1982). En général, la pression prédatrice de Chaoborus americanus est suffisante pour modifier l'abondance relative des principaux types de zooplancton (Fedorenko 1975; Nyberg 1984). Ce diptère prédateur préférant se nourrir de copépodes plutôt que de cladocères (Lewis 1977), il est probable que leur prolifération dans le lac au Cochon alors qu'il ne contenait pas de poissons est responsable de l'abondance de cladocères observée dans ce lac en 1984. Lewis (1980) et Zaret (1980) rapportent que C. americanus exerce également une prédation plus importante sur les espèces de faible taille favorisant ainsi la prolifération des grandes espèces d'où probablement la prépondérance de grosses espèces de copépodes au lac au Cochon en 1984. Certains hémiptères aquatiques (i.e. notonectidés) manifestent une préférence pour les cladocères (Henrikson & Oscarson 1981; Cooper & Smith 1982), mais bien qu'ils en aient certainement consommé au lac au Cochon en 1984, leur impact semble avoir été modéré puisque les cladocères dominaient quand même le zooplancton cette année-là. Cependant, ils ont peut-être pu empêcher que leur abondance relative soit encore plus élevée.

Les pêches intensives, pratiquées au lac du Rocher afin de réduire la pression prédatrice par les poissons, ne semblent pas avoir eu d'impacts notables à court terme sur les populations planctoniques. Sans doute, parce que les insectes prédateurs comme les hémiptères, les coléoptères et les diptères (chaoboridés) n'ont pas encore atteint un stade de maturité et une abondance leur permettant d'effectuer une prédation importante sur le zooplancton.

5. RÉFÉRENCES

Andersson, G., H. Berggren, G. Cronberg & G. Gelin. 1978. Effects of planktivorous and benthivorous fish on organism and water chemistry in eutrophic lakes. Hydrobiologia 59:9-15.

Bay, E.C. 1974. Predator-prey relationships among aquatic insects. An nual Review of Entomology 19:441-453.

Ball, R.C. & D. Hayne. 1952. Effects of the removal of the fish popu lation on the fish-food organisms of lake. Ecology 33:41-48.

Bendell, B.E. & D.K. McNicol. 1982. Effects of acidic precipitation on waterfowl population in northern Ontario. Relationships between macroinvertebrate and fish faunas in small headwater lakes in Ranger Lake Area. Can. Wildlife Service, Ontario Region, LRTAP Program, Ottawa, 61p.

Bennet, D.V. & F.A. Streams. 1986. Effects of vegetation on Notonecta (Hemiptera) distribution in ponds with or without fish. Oikos 46: 62-69.

Borror, D.J., D.M. Delong & C.C. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. Saunders College Publ. Fifth edition. 852p.

Cooper, J.L. & D.W. Smith. 1982. Competition, predation and relative abundance of two species of Daphnia. J. Plank. Res. 4:859-879.

Eriksson, M.O.G. 1979. Competition between freshwater fish and Golden eyes, Bucephala clangula (L) for common prey. Oecologia 41:99-107.

Fedorenko, A.Y. 1975. Feeding characteristics and predation impact of Chaoborus (Diptera chaoboridae) larvae in a small lake. Limnology and Oceanography, 20:250-258.

Gagnon, C., B. Houde, G. Michaud & J.-L. DesGranges. 1985. Impact de l'acidité et de la présence de poissons sur la capacité de support de trois lacs à sauvagine des Moyennes Laurentides: lac à l'état naturel. Page I-1 à I-81 in: J.-L. DesGranges (réd.), 1985. L'acidité des lacs et les canards: Première étape. Rapport technique préparé dans le cadre du programme "Environnement 2000" par Canards Illimités et le Service canadien de la faune.

Galbraith, M.G. Jr. 1967. Size-selective predation of Daphnia by rain bow trout and yellow perch. Trans. Amer. Fis. Soc. 96:1-10.

Galbraith, M.J. Jr. 1982. Population dynamics of Chaoborus and zooplanc ton in a small lake before and after the introduction of fish. Fisheries Research Report No. 1891. Fisheries Division, Michigan Dept. of Natural Resources, Lansing, 24p.

Henrikson, L. & H.G. Oscarson. 1978. Fish predation limiting abundance and distribution of Glaenocorisa p. propinqua. Oikos 31:102-105.

Henrikson, L. & H.G. Oscarson. 1981. Corixids (Hemiptera-Heteroptera), the new top predators in acidified lakes. Vern. Internet. Verein. Limnol. 21:1616-1620.

Henrikson, L. & H.G. Oscarson & J.A.E. Stenson. 1980. Does the change of predator-prey system contribute to the biotic development in acidified lakes? pp 316 In: D. Drablos & A. Tollan (eds). Proc. Int. Conf. Ecol. Impact Acid Precip. Norway (1980), SNNF project, 383p.

Hunter, M.L., J.J. Jones, K.E. Gibbs & J.R. Moring. 1985. Interactions among waterfowl, fish, invertebrates and macrophytes in four Maine lakes of different acidity. U.S. Fish and Wildlife Service, Eastern Energy and Land Use Team. Biol. Rep. 80(40.20) 80p.

Hutchison, B. 1971. The effect of fish predation on the zooplankton of ten Adirondack lakes, with particular reference to the alewife, Alosa pseudoharengus. Tans. Amer. Fish. Soc. 2:325-335.

IEC Beak. 1985. Utilisation de modèles trophiques et de la structure des communautés planctoniques pour déterminer les effets de l'acidité et de facteurs environnementaux particuliers sur la chaîne alimentaire dans les lacs du Québec. Rapport technique préparé à l'intention de Pêches et Océans et du Service canadien de la faune, projet 1173,1.

Johannsen, O.A. 1969. Aquatic Diptera. Entomological Reprint Specialists. L.A. California. 81p.

Kerfoot, W.C. & W.R. DeMott. 1980. Foundations for evaluating community interactions: the use of enclosures to investigate coexistence of Daphnia and Bosmina, pp. 725-741. In: W.C. Kerfoot (ed). Evolution and ecology of zooplancton communities. Special Symposium Vol. 3 Am. Soc. Lim. Ocean. Univ. Press of New England, Hanover, 793p.

Legendre, P., A. Chodororowski, W. Chodorowska, P. Pichet & P. Potvin. 1980. Qualité des eaux: interprétation des données lacustres (1971-1977), Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement, Québec, rapport Q.E.-45, 443p. et annexes.

Lewis, W.M. 1977. Feeding selectivity of a tropical Chaoborus population. Freshwater Biol. 7:311-325.

Macan, T.T. 1965. Predation as a factor in the ecology of the water bugs. J. Anim. Ecol. 34:691-698.

Macan, T.T. 1966. The influence of predation on the fauna of a moorland fishpond. Arch. Hydrobiol. 61:432-452.

Macan, T.T. 1976. A twenty-one year study of the water bugs in a moorland fishpond. Arch. Hydrobiol. 61:432-452.

Macan, T.T. 1977a. A twenty-one year study of the fauna in the vegeta tion of a moorland fishpond. Arch. Hydrobiology 81:1-24.

Macan, T.T. 1977b. The influence of predation on the composition of freshwater animal communities. Biol. Rev. 52:45-70.

McNicol, D.K., B.E. Bendell and R.K. Ross. 1987. Études des effets de l'acidification sur la faune aquatique au Canada: rapport entre la sauvagine et les niveaux trophiques de petits lacs du nord de l'Ontario. Min. de l'Environnement, Publication hors série Service canadien de la faune. 62:80 p.

Merrit, R.W. & K.W. Cummins. 1984. An introduction to the aquatic in sects of North America. Second edition. Kendall/Hunt Publishing company. 722p.

Morgan, N.C. & A.B. Waddell. 1961. Insect emergence from a small trout loch and its bearing on the food supply for fish. Fresh. Salmon Fish. Res. 25:38.

Nortcote, T.G. & R. Clarotto. 1975. Limnetic macrozooplankton and fish predation in some coastal British Columbia lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19:2378-2393.

Nyberg, P. 1984. Impact of Chaoborus predation on planktonic crustacean communities in some acidified and lime forest lakes in sweden. Inst. Fresw. Res. Drottningholm, Sweden. Report 61:154-166.

Pastorok, R.A. 1980. Selection of prey by Chaoborus larvae: a review and new evidence for behavioral flexibility. In: W.C. Kerfoot (ed.). Evolution and ecology of zooplankton communities. Special symposium 3. Amer. Soc. Limn. Ocean. University Press of NewEngland, Hanover, 793p.

Pope, G.F., J.C.H. Carter & G. Power. 1973. The influence of fish on the distribution of Chaoborus spp. (Diptera) and density of larvae in the Matamek River System, Quebec. Trans. Amer. Fish. Soc. 102: 707-714.

Pope, G.F. & J.C.H. Carter. 1975. Crustacean plankton communities of the Matamek River system and their variation with predation. J. Fish. Res. Board Can. 32:2530-2535.

Seather, O.A. 1970. Nearctic and Pelearctic Chaolorus (Diptera: Chaoboridae). Fish. Res. Board Can. Bull. 174.

Smith, K. & C.H. Fernando. 1978. A guide to the freshwater calanoid and cyclopoid copepod Crustacea of Ontario. University of Waterloo Biology Series No. 18, 74p.

Stenson, J.A.E. 1972. Fish predation effects on the species composition of the zooplankton community in eight small forest lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottingholm. 52:132-148.

Stenson, J.A.E. 1974a. On predation and Holopedium gibberum (Zaddach) distribution. Limnol. and Oceanog. 18:1005-1010.

Stenson, J.A.E. 1974b. Significance of predator influence on composition of Bosmina spp. populations. Limnol. and Oceanog. 21:814-8822.

Stenson, J.A.E., T. Bohlin, L. Henrikson, B.I. Nilsson, H.G. Nyman, H.G. Oscarson & P. Larson. 1978. Effect of fish removal from a small lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:794-801.

von Ende, C.N. 1979. Fish predation, interspecific predation, and the distribution of two Chaoborus species. Ecology 60:119-128.

Ward, H.B., & G.C. Wipple. 1959. Fresh-water biology. W.T. Edmondson (e.d.), University of Washington Seattle. 1248 p.

Wiggins, G.B. 1977. Larvae of the North American caddishfly genera. University of Toronto Press. 401p.

Yan, N.D., C.J. Lafrance & G.G. Hitchin. 1982. Planctonic fluctuations in a fertilized acidic lake: the role of invertebrates predators. Pages 137-154, in: Haines T.A. (ed.) 1982. Acid rain / fisheries. Proc. Intern. Symp. Acid. Precip. Fish. Impacts in Northeastern North Am., Am. Fish. Soc. 357p.

Yan, N.D., R.W. Nero, W. Keller & D.C. Lasenby. 1985. Are Chaoborus larvae more abundant in acidified than non-acidified lakes in Central Canada ? Holarctic Ecology 8:93-99.

Zaret, T.M. 1980. Predation and freshwater communities. Yale Univ. Press, New Haven, 187p.

ANNEXE I

Volumes filtrés des échantillons de zooplancton récoltés sur les deux lacs de l'étude en 1985

Lac	Date	Profondeur d'intégration (m)	Volume d'eau filtrée (l)
Du Rocher	20 juin	9	305.4
	26 juin	9	305.4
	3 juillet	9	305.4
	16 août	10	339.3
Au Cochon	20 juin	10	339.3
	27 juin	10	339.3
	4 juillet	10	339.3
	16 août	10	339.3

Annexe 2

Protocole d'identification du zooplancton

Comptage et identification

L'identification et le comptage des organismes ont été faits sur des sous-échantillons de 10 ml, à l'aide d'une cellule rotative (Ward 1955) placée sous un binoculaire stéréoscopique aux grossissements 50x ou 100x. Dans la mesure du possible, l'identification a été faite à l'espèce sauf pour les nauplii et les copépodites de copépodes[1]

La densité des organismes zooplanctoniques (D) a été exprimée par le nombre d'organismes par mètre cube selon la relation suivante:

$$D = \frac{A \times E \times 10^3}{F \times C}$$

où A = nombre d'individus d'un groupe ou d'une espèce comptée
E = volume de l'échantillon concentré
F = volume du sous-échantillon de la cellule rotative, soit 10 ml
C = volume (litres) filtré par l'échantillonneur filet Wisconsin

La densité des larves de Chaoborus[2] a été évaluée en tenant compte du nombre total de larves présentes dans le volume de l'échantillon concentré pour le volume d'eau filtrée et a été exprimée par le nombre d'organismes par mètre cube selon la relation suivante:

$$D = \frac{A \times 10^3}{C}$$

1 L'identification des organismes planctoniques est basée sur les ouvrages suivants: Ward & Whipple (1959) et Smith & Fernando (1978).

2 L'identification des larves de Chaoborus est basée sur l'ouvrage de Saether (1970).

ANNEXE 3

Calendrier d'échantillonnage de la nourriture disponibles en 1985 sur les lacs de l'étude

Nom du lac	Date (1985)	Type d'échantillonnage	Nombre d'échantillons	Remarques
Du Rocher	20/06	benne	6	
	26/06	benne	6	
	03/07	benne	6	
	du 17/06 au 07/07	Cage à émergence	126	21 jours X 6 cages
	20/06	Filet fauchoir	13	
	26/06	Filet fauchoir	13	
	03/07	Filet fauchoir	12	
	20/06	Filet troubleau	13	
	26/06	Filet troubleau	13	
	03/07	Filet troubleau	13	
	29/05	Plaquettes de colonisation	12	
	17/07	Plaquettes de colonisation	11	1 plaquette perdue
TOTAL			245	
Au Cochon	20/06	benne	6	
	27/06	benne	6	
	04/07	benne	6	
	du 17/06 au 07/07	cage à émergence	126	21 jours X 6 cages
	20/06	filet fauchoir	13	
	27/06	filet fauchoir	13	
	04/07	filet fauchoir	13	
	20/06	filet troubleau	13	
	27/06	filet troubleau	13	
	04/07	filet troubleau	13	
	29/05	Plaquettes de colonisation	11	1 plaquette perdue
	16/07	Plaquettes de colonisation	9	3 plaquettes perdues
TOTAL			242	
GRAND TOTAL			487	

ANNEXE 4

Conditions d'échantillonnage du benthos à l'aide de la benne Ekman en 1985.

Lac	Date	Heure	Station	Pronfondeur d'échantillonnage (cm)	Volume de l'échantillon (l)	Volume des sédiments (l)
Du Rocher	15/05/85	17:01	1	100	3,2	2,5
		17:13	2	100	2,5	
	J = 135	17:20	3	250	3,2	3,0
		17:30	4	80	3,0	1,1
		17:37	5	140	3,6	2,5
		16:49	6	180	3,0	2,7
	20/06/85	12:10	1	75	1,25	0,3
		12:20	2	110	2,8	1,8
	J = 171	12:30	3	50	2,7	1,6
		12:45	4	110	3,6	2,5
		12:55	5	110	3,2	2,5
		13:05	6	100	3,0	2,0
	26/06/85	12:00	1	100	2,0	1,1
		12:15	2	100	3,0	2,1
	J = 177	12:20	3	50	2,5	1,2
		12:37	4	100	3,2	2,1
		12:48	5	110	3,4	2,3
		13:00	6	50	2,3	0,3
	03/07/85	13:21	1	75	3,2	2,0
		13:35	2	90	3,7	2,7
	J = 184	13:46	3	100	3,6	2,8
		13:55	4	75	3,6	2,7
		14:36	5	100	3,7	3,6
		14:50	6	100	3,6	2,1
Au Cochon	15/05/85	13:40	1	75	2,8	1,8
		12:20	2	100	2,3	0,7
	J = 135	12:35	3	125	3,6	2,5
		12:50	4	175	3,6	2,8
		13:10	5	100	2,1	0,7
		13:20	6	110	3,6	2,7
	20/06/85	16:11	1	90	3,2	2,1
		16:18	2	90	1,8	0,3
	J = 171	16:26	3	90	3,9	0,7
		16:31	4	130	2,5	1,1
		16:37	5	110	2,5	1,4
		16:42	6	85	2,5	1,4
	27/06/85	12:20	1	110	2,5	1,1
		12:30	2	80	2,5	0,7
	J = 178	12:38	3	120	4,3	3,2
		12:46	4	175	3,2	2,5
		12:52	5	105	2,8	1,8
		13:00	6	80	3,6	2,5
	04/07/85	12:17	1	110	3,2	2,5
		12:25	2	95	2,8	1,1
	J = 185	12:31	3	120	2,5	1,1
		12:40	4	100	3,2	2,1
		12:45	5	100	3,2	1,8
		12:52	6	80	3,2	1,4
Civens	16/05/85	12:40	1	90	3,6	2,1
		12:45	2	100	3,9	2,8
	J = 136	12:50	3	30	2,5	0,7
		12:55	4	75	2,5	0,7
		13:00	5	30	2,5	0,2
		12:30	6	50	3,4	1,8

J = Jours juliens

ANNEXE 5

Lectures de pH et de profondeur du disque de Secchi obtenues sur les lacs de l'étude en 1985.

Dates	Lac du Rocher			Lac au Cochon		
	Secchi (m)	pH	date	Secchi (m)	pH	date
Mai	2,0	5,1	16	2,0	5,1	16
Juin	3,5	5,2	26	2,5	5,1	27
Juillet	3,0	-	3	3,0	-	4
Août	3,0	5,2	16	3,0	4,9	16

ANNEXE 6

Densité des espèces zooplanctoniques récoltées
au lac du Rocher au cours de l'été 1985.

Densité	Nombre d'individus / mètres cube			
Taxons	20 juin	26 juin	4 juillet	16 août
CLADOCÈRES				
Diaphanosoma leuchtenbergianium	33	229	979	292
Diaphanosoma brachyurum		196		
Bosmina sp.				
Bosmina longirostris	295	819		256
Eubosmina longispina		33	226	
Holopedium gibberum	2128	1670	151	256
Chydorus sp.		33		
Daphnia sp.	196	65	75	146
Daphnia catawba	1211	557	377	329
Daphnia ambigua		98		
Daphnia galeo-mendotae		33		
Polyphemus pediculus	33	33		
Cladocères immatures	65		151	146
COPÉPODES CALANOÏDES				
Aglaodiaptomus spatulocrenatus		98	151	
Leptodiaptomus minutus	622	33	75	
Copepodites calanoïdes	16437	16241	10619	3947
COPÉPODES CYCLOPOÏDES				
Cyclops scutifer	295	295	226	73
Mesocyclops edax				36
Copepodites cyclopoïdes	4322	4879	2561	767
Nauplii	8710	5239	3238	2741
LARVES DE DIPTÈRES				
Chaoborus flavicans	23			24
Chaoborus americanus	92	36	36	9

ANNEXE 7

Densité des espèces zooplanctoniques récoltées
au lac au Cochon au cours de l'été 1985.

Densité	Nombre d'individus / mètres cube			
Taxons	20 juin	27 juin	4 juillet	16 août
CLADOCÈRES				
Diaphanosoma leuchtenbergianium	65	165	1650	576
Diaphanosoma brachyurum				102
Bosmina sp.				136
Bosmina longirostris	97	41		2169
Eubosmina longispina				68
Holopedium gibberum	32	82	47	102
Sida cristallina			94	
Daphnia sp.				34
Daphnia catawba				34
Cladocères immatures	32		47	
COPÉPODES CALANOÏDES				
Aglaodiaptomus spatulocrenatus	648	330	330	847
Copepodites calanoïdes	1653	1320	1415	949
COPÉPODES CYCLOPOÏDES				
Cyclops scutifer	130	206		
Mesocyclops edax			47	
Mesocyclops leucarti		41		
Eucyclops speratus			47	
Orthocyclops modestus			47	68
Tropocyclops prasinus mexicanus				136
Copepodites cyclopoïdes	162	413	377	712
Nauplii	1815	5570	4338	13869
LARVES DE DIPTÈRES				
Chaoborus americanus	21		12	12

ANNEXE 8

Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide de la benne Ekman sur les lacs de l'étude en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER				LAC AU COCHON			
	%	Nombre	%	Biomasse (ug)	%	Nombre	%	Biomasse (ug)
ANOURE	0.3	1	19.8	774	0.3	1	35.5	2751
DIPTERA	67.9	205	8.4	329	60.7	212	9.5	733
Diptera sp.					4.2	9	14.0	103
Nematocera					1.4	3	4.0	29
Ceratopogonidae	1.5	3	3.0	10	3.3	7	3.0	22
Chaoboridae					0.5	1		
Chironomidae	98.5	202	97.0	319	90.1	191	78.2	573
Simulidae					0.5	1	0.8	6
EPHEMEROPTERA	1.3	4	9.8	384				
GASTEROPODA	0.7	2	0.6	22				
NEMATODA	1.0	3	0.2	6	0.6	2		
NEUROPTERA	5.3	16	3.5	134	0.9	3	0.5	40
Neuroptera sp.					100	3	100	40
Sisyridae	18.8	3	8.0	11				
Sialidae	81.2	13	92.0	123				
ODONATA	1.0	3	3.6	140	5.2	18	11.5	892
Anisoptera								
Cordulidae					5.6	1	2.1	19
Libellulidae	0.7	2	71.4	100	94.4	17	97.9	873
Zygoptera								
Coenagrionidae	0.3	1	28.6	40				
OLIGOCHETA	4.3	13	4.4	171	7.,2	25	3.1	242
PELECYPODA	14.9	45	41.6	1623	24.4	85	39.3	3041
Sphaeridae	100	45	100	1623	100	85	100	3041
TRICHOPTERA	1.3	4	2.6	100	0.9	3	0.6	44
Trichoptera sp.					33.3	1	72.7	32
Hydroptilidae					33.3	1		
Polycentropodidae	100	4	100	100	33.3	1	27.3	12
GRAND TOTAL		302		3683		349		7743

ANNEXE 9

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période pour chacun des taxons de stade immature récoltés à la benne Ekman en 1985

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOYENNE	ÉCART TYPE
INS. IMMATURE	1	2	3	X	Sx
Ephémères	0,0	0,2	0,5	0,23	0,25
Odonates	0,0	0,2	0,3	0,17	0,15
Neuroptères	1,2	1,0	0,5	0,90	0,36
Trichoptères	0,7	0,0	0,0	0,23	0,40
Diptères	10,7	9,0	14,3	11,33	6,93
TOTAL	12,6	10,4	15,6	12,86	2,61

LAC AU COCHON

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOYENNE/ÉCART TY	
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Odonates	0,7	1,0	1,3	1,00	0,30
Neuroptères	0,0	0,0	0,5	0,17	0,29
Trichoptères	0,2	0,2	0,0	0,13	0,12
Diptères	13,2	15,2	8,0	12,13	3,72
TOTAL	14,1	16,4	9,8	13,43	3,35

TAXONS	BIOM. MOY./PÉRIODE (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURE	1	2	3	X	Sx
Éphémères	0	2417	3983	2133	2007
Odonates	0	1483	850	778	744
Neuroptères	717	817	700	745	63
Trichoptères	1667	0	0	556	962
Diptères	2000	1450	2033	1828	327
TOTAL	4384	6167	7566	3026	3451

TAXONS	BIOM. MOY./PÉRIODE (ug)			MOY.	ÉCART TY
INS. IMMATURES	1	2	3	X	SX
Odonates	1467	7383	6017	4956	3098
Neuroptères	0	0	667	222	385
Trichoptères	200	533	0	244	269
Diptères	5133	5200	1283	3872	2242
TOTAL	6800	13116	7967	9294	3361

ANNEXE 10

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période pour certains invertébrés benthiques récoltés à la benne Ekman en 1985.

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	X	Sx
Anoures	0,0	0,2	0,0	0,06	0,12
Gastéropodes	0,3	0,0	0,0	0,10	0,17
Nématodes	0,2	0,2	0,2	0,20	0,00
Oligochètes	1,2	0,2	0,8	0,73	0,50
Pélécypodes	1,0	2,5	4,0	2,50	1,50
TOTAL	2,7	3,1	5,0	3,60	1,23

TAXONS	BIOM. MOY./PÉRIODE (ug)			MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	X	Sx
Anoures	0	13000	0	4333	7506
Gastéropodes	367	0	0	122	212
Nématodes	83	17	0	33	44
Oligochètes	1766	50	1033	950	861
Pélécypodes	3166	8933	15000	9033	5918
TOTAL	5382	22000	16033	14472	8418

LAC AU COCHON

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOY.	ÉCART TYP
	1	2	3	X	Sx
Anoures	0,2	0,0	0,0	0,07	0,12
Nématodes	0,2	0,2	0,0	0,13	0,12
Oligochètes	1,3	1,3	1,5	1,37	0,12
Pélécypodes	5,2	6,5	2,5	4,73	2,04
TOTAL	6,9	8,0	4,0	6,30	2,07

TAXONS	BIOM. MOY./PÉRIODE (ug)			MOY.	ÉCART TYP
	1	2	3	X	SX
Anoures	46000	0	0	15333	26558
Nématodes	0	750	367	372	375
Oligochètes	1200	2200	633	1344	793
Pélécypodes	17000	16000	17000	16667	577
TOTAL	64200	18950	18000	33717	26404

ANNEXE II

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période pour certains invertébrés benthiques récoltés à la benne Ekman en 1984.

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	X	Sx
Hirudinés	0,0	0,3	0,0	0,10	0,17
Oligochètes	7,7	5,3	2,9	5,30	2,40
Pélécypodes	3,7	1,7	3,6	3,00	1,12
TOTAL	11,4	7,3	6,5	8,40	2,63

TAXONS	BIOMASSE MOYENNE/PÉRIODE (ug)			MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	X	Sx
Hirudinés	0	32166	0	10722	18571
Oligochètes	6933	3800	2020	4251	2487
Pélécypodes	273	1000	7563	2945	4016
TOTAL	7206	36966	9583	17918	16539

LAC CIVENS

TAXONS	NBRE D'IND.	MOYENNE/PÉRIODE				MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	4	5	X	Sx
Anoures	0,0	0,0	1,8	0,4	0,0	0,44	0,78
Hirudinés	0,1	0,4	0,1	0,9	0,4	0,38	0,33
Oligochètes	3,1	9,7	2,0	2,4	5,3	4,50	3,17
Pélécypodes	5,1	6,4	7,6	7,3	7,1	6,70	1,00
TOTAL	8,3	16,5	11,5	11,0	12,8	12,02	2,99

TAXONS	BIOMASSE	MOYENNE/PÉRIODE (ug)				MOYENNE	ÉCART TYPE
	1	2	3	4	5	X	Sx
Anoures	0	0	3588	5225	0	1763	2482
Hirudinés	257	243	9875	20725	31060	10262	12583
Oligochètes	1786	3414	1363	1250	4300	2445	1338
Pélécypodes	13071	9871	7788	8888	7670	9458	2210
TOTAL	15144	13528	22614	36088	43030	26081	13006

ANNEXE 12

Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide des plaquettes de colonisation sur les lacs de l'étude en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER				LAC AU COCHON			
	%	Nombre	%	Biomasse (ug)	%	Nombre	%	Biomasse (ug)
ACARINA	0.9	3	0.6	17				
CLADOCERA	0.3	1			9.3	40	0.7	22
COLEOPTERA	1.2	4	0.9	29	0.2	1		
Coleoptera sp.	50.0	2	41.4	12				
Dytiscidae	50.0	2	58.6	17	100	1		
COPEPODA	0.6	2	0.3	9	1.4	6	0.5	14
DIPTERA	52.0	178	4.7	144	41.9	178	6.5	200
Diptera sp. (1)	3.4	6	1.4	2	3.9	7	10.5	21
Chironomidae	96.6	172	98.6	142	96.1	171	89.5	179
EPHEMEROPTERA	2.3	8	11.0	337	0.9	4	6.7	205
NEUROPTERA	0.6	2	0.6	17				
Sialidae	50.0	1	53.0	9				
Sisyridae	50.0	1	47.0	8				
ODONATA	1.2	4	20.8	638	1.2	5	4.0	122
Anisoptera								
Gomphididae					40.0	2	7.4	9
Libellulidae	100	4	100	638	60.0	3	92.6	113
OLIGOCHETA	15.2	52	0.3	9	26.7	115	0.9	29
PELECYPODA					0.2	1	2.6	76
TRICHOPTERA	25.7	88	60.8	1870	18.1	78	78.3	2410
Trichoptera sp.	14.8	13	39.4	737	5.1	3	28.6	689
Hydroptilidae	1.1	1						
Leptoceridae	1.1	1	0.6	12				
Limnephilidae							8.9	214
Polycentropodidae	83.0	73	60.0	1121	94.9	74	62.5	1507
GRAND TOTAL		342		3070		428		3078

ANNEXE 13

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période des insectes immatures récoltés à l'aide des plaquettes de colonisation sur les lacs de l'étude en 1985.

LAC DU ROCHER

NOMBRE D'INDIVIDUS MOYEN PAR PÉRIODE

TAXONS	1	2	3	X	Sx
Coléoptères	0	0	1.0	0.3	0.6
Diptères	17.33	5.0	23.75	15.4	9.5
Éphéméroptères	0	1.25	0.25	0.5	0.7
Neuroptères	0	0	0.5	0.2	0.3
Odonates	1.0	0.25	0.75	0.7	0.4
Oligochètes	0	0.25	12.75	4.3	7.3
Trichoptères	5.25	16.75	5.25	9.1	6.6

LAC AU COCHON

NOMBRE D'INDIVIDUS MOYEN PAR PÉRIODE

TAXONS	1	2	3	X	Sx
Coléoptères	0	0	0.75	3.0	0.4
Diptères	2.0	5.25	39.75	15.7	20.9
Éphéméroptères	1.0	1.0	0	0.7	0.6
Odonates	1.0	0.5	0.75	0.8	0.3
Oligochètes	0	0	28.75	9.6	16.6
Trichoptères	1.0	16.0	2.75	6.6	8.2

BIOMASSE MOYENNE PAR PÉRIODE

TAXONS	1	2	3	X	Sx
Coléoptères	0	0	475	158	274
Diptères	1600	1700	1900	1733	153
Éphéméroptères	0	8000	2350	3450	4112
Neuroptères	0	0	425	142	245
Odonates	67600	-	15750	23058	38582
Oligochètes	0	36475	7475	14650	19267
Trichoptères	8133	-	9600	5911	5171

BIOMASSE MOYENNE PAR PÉRIODE

TAXONS	1	2	3	X	Sx
Coléoptères	0	0	-	0	0
Diptères	400	1650	3350	1800	1481
Éphéméroptères	5100	5150	0	3417	2959
Odonates	4000	2750	375	2375	1841
Oligochètes	0	0	20.25	7	12
Trichoptères	250	49400	10800	20150	25875

ANNEXE 14

Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide du filet troubleau en 1985.

TAXONS	LAC DU BOCHER				LAC AU COCHON			
	%	Nombre	%	Biomasse (ug)	%	Nombre	%	Biomasse (ug)
ACARINA	23.8	621	35.3	1035	7.2	80	7.4	123
ARANEIDA	0.7	17	3.7	109	1.0	11	5.5	91
CLADOCERA	1.0	26	0.0	1	55.6	620	11.1	185
COLEOPTERA	0.5	13	2.0	59	0.4	5	5.2	86
Coleoptera sp. (1)					20.0	1		
(2)	7.7	1			20.0	1	83.7	72
Staphilinidae (2)	15.3	2	8.5	5				
Terrestres (2)	77.0	10	91.5	54	60.0	3	16.3	14
COLLEMBOLA	0.8	21	0.1	2	1.3	14	1.0	16
COPEPODA	0.04	1	0.0	1	2.1	23	1.1	18
DIPTERA	21.8	570	14.9	438	19.0	212	12.1	201
Diptera sp.	6.7	38	16.2	71	26.9	57	24.4	49
Brachycera (1)	0.2	1	2.3	10				
(2)	4.6	26	21.7	95	8.5	18	18.4	37
Nematocera (2)	6.3	36	11.2	49	2.8	6	5.5	11
Ceratopogonidae (2)	0.2	1	3.2	14	0.9	2		
Chaoboridae (1)	0.2	1						
Chironomidae (1)	0.2	1	2.3	10	59.4	126	50.7	102
(2)	81.1	462	43.2	189				
Sciaridae (2)	0.5	3						
Simulidae (2)					1.4	3	1.0	2
Tipulidae (2)	0.2	1						
EPHEMEROPTERA (1)	0.1	2	1.0	30				
(2)	0.1	2	0.9	26	0.1	1	1.8	30
HEMIPTERA	48.6	1269	29.9	876	11.1	124	9.4	156
Hemiptera sp. (1)	1.3	17	0.6	5	0.8	1		
(2)	0.2	2						
Corixidae (1)	0.2	2	0.8	7	0.8	1		
Gerridae (1)	0.6	7	2.7	24	0.8	1		
(2)					4.0	5		
Notonectidae (1)	97.6	1239	43.9	385	50.8	63	58.0	91
(2)			51.5	451	42.7	53	42.0	65
Terrestres (1)	0.1	1	0.5	4				
(2)	0.1	1						
HOMOPTERA (1)	0.04	1	0.3	8				
(2)	1.4	36	2.6	75	0.5	6	1.3	22
HYMENOPTERA (2)	0.7	17	1.1	31	1.0	11	3.9	65
LEPIDOPTERA (1)	0.04	1	0.6	19				
NEUROPTERA					0.1	1	6.1	102
Sialidae (2)					100	1		
ODONATA	0.01	2	3.6	105	0.2	2	31.0	515
Anisoptera								
Libellulidae (2)					50.0	1	79.0	408
Zygoptera								
Coenagrionidae (1)					50.0	1	21.0	107
(2)	50.0	1	77.1	81				
Lestidae (2)	50.0	1	22.9	24				
ORTHOPTERA	0.04	1						
TRICHOPTERA	0.4	10	4.1	120	0.4	5	3.0	50
Trichoptera sp. (2)								
Helicopsychidae (2)	10.0	1	8.3	10				
Hydroptilidae (2)	20.0	2	1.7	2	20.0	1		
Leptoceridae (1)	30.0	3	22.5	27				
Polycentropodidae (1)	40.0	4	67.5	81	60.0	3	74.0	37
(2)					20.0	1	26.0	13
GRAND TOTAL		2609		2935		1115		1660

(1) Stade immature
(2) Stade adulte

ANNEXE 15

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période pour chacun des taxons de stades adulte et immature récoltés au filet troubleau sur les deux lacs de l'étude en 1985.

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOY./PÉR.			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Éphémères	0,2	0,0	0,1	0,10	0,10
Hémiptères	0,2	0,0	43,9	14,70	25,29
Trichoptères	0,0	0,1	0,5	0,20	0,26
Diptères	0,3	0,2	0,3	0,27	0,06
TOTAL	0,7	0,3	44,8	15,27	3,91
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	0,7	0,5	0,4	0,53	0,15
Hémiptères	0,0	0,1	53,3	17,80	30,74
Homoptères	1,4	0,4	0,9	0,90	0,50
Coléoptères	0,0	0,4	0,6	0,33	0,31
Trichoptères	0,2	0,2	0,0	0,13	0,12
Diptères	35,5	6,0	2,8	14,77	18,03
Hyménoptères	0,4	0,3	0,6	0,43	0,15
TOTAL	38,2	7,9	58,6	34,90	25,51

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Éphémères	230	0	0	77	133
Hémiptères	0	0	3269	1090	1887
Trichoptères	0	254	577	277	289
Diptères	146	185	0	83	97
TOTAL	376	439	3846	1554	1986
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	15	0	0	5	9
Hémiptères	0	0	3469	1156	2003
Homoptères	269	92	215	192	14
Coléoptères	0	100	354	151	183
Trichoptères	77	15	0	31	41
Diptères	1223	915	877	1005	190
Hyménoptères	62	92	215	123	81
TOTAL	1646	1214	5130	2663	2147

LAC AU COCHON

TAXONS	NBRE D'IND. MOY./PÉR.			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Odonates	0,1	0,0	0,0	0,03	0,06
Hémiptères	0,0	0,1	4,9	1,67	2,80
Trichoptères	0,1	0,1	0,0	0,07	0,06
Diptères	0,2	0,1	0,0	0,10	0,10
TOTAL	0,4	0,3	5,0	1,90	2,69
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	0,7	0,6	0,4	0,57	0,15
Odonates	0,0	0,1	0,0	0,03	0,06
Hémiptères	0,0	0,1	4,5	1,53	2,57
Homoptères	0,1	0,2	0,2	0,17	0,06
Neuroptères	0,0	0,1	0,0	0,03	0,06
Coléoptères	0,1	0,2	0,1	0,13	0,06
Trichoptères	0,1	0,1	0,0	0,07	0,06
Diptères	3,7	8,7	3,5	5,30	2,95
Hyménoptères	0,2	0,5	0,2	0,30	0,17
TOTAL	4,9	10,6	8,9	8,13	2,93

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Odonates	823	0	0	274	475
Hémiptères	0	0	700	233	404
Trichoptères	231	54	0	95	121
Diptères	77	8	0	43	49
TOTAL	1131	62	700	631	538
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	54	0	69	41	36
Odonates	0	3138	0	1046	1812
Hémiptères	0	54	446	166	243
Homoptères	54	92	23	56	35
Neuroptères	0	786	0	262	454
Coléoptères	0	661	0	220	382
Trichoptères	0	100	0	33	58
Diptères	292	577	592	487	169
Hyménoptères	85	415	0	167	219
TOTAL	485	5823	1130	2479	2914

ANNEXE 16
Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide des cages à émergences en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER				LAC AU COCHON			
	%	Nombre	%	Biomasse (ug)	%	Nombre	%	Biomasse (ug)
ACARINA (2)	0.6	20	0.1	15	0.1	5	0.0	4
ARANEIDA (2)	1.6	52	1.7	369	1.2	71	3.5	682
COLEOPTERA	2.4	79	2.2	488	1.2	73	2.4	468
Coleoptera sp.	57.0	45	33.8	165	43.8	32	46.6	218
Byrrhidae (2)	1.3	1	2.0	10				
Chrysomelidae (2)	2.5	2	18.4	90	8.2	6	3.2	15
Curculionidae (2)	13.9	11	17.6	80	19.2	14	20.3	95
Elateridae (2)	1.3	1	4.9	24	1.4	1	7.3	34
Staphilinidae (2)	19.0	15	16.0	78	16.4	12	13.0	61
Terrestres (2)	5.1	4	7.2	35	11.0	8	9.6	45
COLLEMBOLA	3.7	120	0.7	146	27.6	1677	3.4	658
DIPTERA	83.6	2708	30.1	6711	66.2	4025	41.9	8061
Diptera sp.	5.9	159	6.0	405	7.1	284	7.3	591
Brachycera (2)	0.6	15	2.6	173	0.4	18	0.9	75
Tabanidae (1)					0.1	3	0.1	8
Ceratopogonidae (2)	0.9	24	1.3	88	0.9	35	1.9	156
Chaoboridae (2)	0.2	5	0.1	7	0.05	2	0.1	9
Chironomidae (2)	77.5	2100	54.9	3682	89.9	3617	86.4	6966
Culicidae (2)	12.4	336	32.2	2164	1.2	48	2.5	201
Nematocera (2)					0.1	3		
Sciaridae (2)	0.04	1			0.02	1	0.1	7
Simulidae (2)	2.5	68	2.9	192	0.3	13	0.7	54
EPHEMEROPTERA	0.4	12	1.4	321	0.3	17	2.8	544
Ephemerotera sp.	83.3	10	86.9	279	100	17	100	544
Heptagenidae	16.7	2	13.1	42				
HEMIPTERA	0.03	1	0.4	77	0.02	1	0.1	12
Belostomatidae (1)	100	1	100	77				
(2)					100	1	100	12
HOMOPTERA (2)	0.2	8	0.2	44	0.1	5	0.3	63
HYMENOPTERA (2)	1.2	38	0.4	80	0.8	50	0.6	125
NEUROPTERA	0.3	9	0.4	69				
Sisyridae (1)	88.9	8	81.0	56				
(2)	11.1	1	19.0	13				
ODONATA	1.9	62	33.3	7438	0.6	38	20.2	4096
Zygoptera (2)	1.6	1	1.0	72	2.6	1	1.9	79
Agrionidae (1)					5.3	2	4.0	164
Coenagrionidae (1)					2.6	1	2.3	93
(2)	95.2	59	97.8	7276	84.2	32	88.0	3604
Lestidae (2)	3.2	2	1.2	90	5.3	2	3.8	156
THYSANOPTERA	0.2	8			0.1	7	2.0	30
TRICHOPTERA	3.8	123	29.4	6553	1.9	114	23.4	4504
Trichoptera sp.	2.4	3	2.0	131				
Hydropsychidae (2)	1.6	2	0.5	35				
Hydroptilidae (2)	10.6	13	1.3	85	1.8	2	0.2	9
Limnephilidae (2)	4.1	5	17.0	1112				
Philopotamidae (2)	5.7	7	1.7	109	9.6	11	5.0	227
Phryganidae (2)	13.0	16	54.7	3585	14.0	16	60.0	2702
Polycentropodidae (2)	62.6	77	22.8	1496	74.6	85	34.8	1566
GRAND TOTAL		3240		22311		6083		19247

(1) Stade immature
(2) Stade adulte

ANNEXE 17

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période pour chacun des taxons de stade adulte récoltés à l'aide des cages à émergences sur les deux lacs de l'étude en 1985.

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOY.	ÉCART TYPE
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Ephémères	0,5	0,7	0,8	0,67	0,15
Odonates	1,2	4,5	4,6	3,43	1,93
Neuroptères	0,0	0,0	0,2	0,07	0,12
Trichoptères	4,8	5,5	10,2	6,83	2,93
Diptères	131,0	126,7	204,2	153,97	43,56
TOTAL	137,5	137,4	220,0	164,97	47,66

LAC AU COCHON

TAXONS	NBRE D'IND. MOYEN/PÉRIODE			MOY.	ÉCART TYPE
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Éphémères	1,7	0,8	0,3	0,93	0,71
Odonates	0,5	1,3	3,8	1,87	1,72
Neuroptères	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
Trichoptères	2,2	4,5	12,3	6,33	5,29
Diptères	175,0	212,8	283,0	223,60	54,80
TOTAL	179,4	219,4	299,4	232,73	61,10

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Éphémères	1617	1650	2083	1783	260
Odonates	8400	56000	57000	40467	27776
Neuroptères	0	0	216	72	125
Trichoptères	17000	47000	46000	36667	17039
Diptères	31000	36000	45000	37333	7094
TOTAL	58017	140650	150299	116322	52294

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYP
INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Éphémères	5483	2400	1183	3022	2217
Odonates	3500	11000	48000	20833	23824
Neuroptères	0	0	0	0	0
Trichoptères	9283	30000	36000	25094	14018
Diptères	33000	45000	56000	46667	11504
TOTAL	51266	88400	141183	51283	37109

ANNEXE 18

Nombre et biomasse des différents taxons récoltés à l'aide du filet fauchoir en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER				LAC AU COCHON			
	%	Nombre	%	Biomasse (ug)	%	Nombre	%	Biomasse (ug)
ACARINA (2)	0.04	4			0.1	5		5
ARANEIDA (2)	2.0	252	22.0	3618	6.0	532	44.1	6411
COLEOPTERA	0.2	27	1.2	190	1.0	48	4.5	644
Coleoptera sp. (2)	37.0	10	31.1	59	14.6	7	44.4	286
Cerambycidae (1)	3.7	1	5.8	11	4.2	2		
Chrysomelidae (2)	3.7	1	5.3	10				
Curculionidae (1)	7.4	2						
(2)	3.7	1	8.9	17	2.1	1	3.1	20
Staphilinidae (2)	3.7	1			10.4	5	1.9	12
Terrestre (2)	41.0	11	48.9	93	68.7	33	50.6	326
COLLEMBOLE (2)	86.0	12826	26.0	4404	81.0	6832	11.5	1666
DIPTERA	9.0	1415	12.4	2036	9.0	745	7.8	1135
Diptera sp. (1)	0.1	2	1.4	29	0.5	4	2.4	27
(2)	9.2	130	8.7	177	16.6	124	22.0	247
Brachycera sp. (2)	5.2	73	27.4	559	8.9	66	19.0	217
Mucidae (2)					0.1	1	2.0	23
Nematocera sp. (2)	0.4	5	1.1	23	1.5	11	0.1	1
Ceratopogonidae (2)	0.4	5	2.2	44	0.3	2	1.5	17
Chironomidae (1)	0.1	1	0.3	7				
(2)	83.8	1186	51.1	1041	71.1	530	39.0	445
Culicidae (2)	1.0	13	4.1	83	0.4	3	0.4	5
Sciaridae (2)	0.1	1	0.3	6	0.1	1	1.6	18
Simulidae (2)	0.3	4	3.3	67	0.3	2		
Terrestres (2)					0.3	2	12.0	135
EPHEMEROPTERA	0.2	25	4.3	699	0.1	14	2.8	408
HEMIPTERA	0.1	21	0.6	101	0.2	20	0.8	114
Hemiptera (1)	4.8	1			15.0	3	3.5	4
(2)	14.4	3	31.0	31	5.0	1	7.0	8
Notonectidae (1)	4.8	1	4.0	4				
Terrestres (1)	33.3	7	4.0	4	40.0	8	13.2	15
(2)	42.9	9	61.0	62	40.0	8	76.3	87
HOMOPTERA	0.6	95	1.3	206	0.4	37	7.0	100
Homoptera (1)	77.0	70	29.0	59	8.1	3	1.0	1
(2)	17.6	16	46.0	94	86.5	32	99.0	99
Terrestres (2)	9.0	9	26.0	53	5.4	2		
HYMENOPTERA (2)	0.2	24	0.6	105	0.3	24	7.0	100
LEPIDOPTERA	0.2	33	3.4	553	1.0	46	4.6	664
Lepidoptera sp. (1)	58.0	19	66.5	368	82.6	38	82.4	547
(2)	21.0	7	6.1	34	17.4	8	17.6	117
Terrestres (1)	21.0	7	27.3	151				
NEMATODA								
NEUROPTERA	0.02	1	0.8	131	0.1	8	0.8	118
Neuroptera sp. (1)								
Sisyridae (1)					12.5	1	5.1	6
(2)	33.0	1	8.0	11	7.5	6	86.4	102
Sialidae (1)	66.0	2	92.0	120	12.5	1	8.5	10
ODONATA	0.2	26	16.0	2642	0.2	13	8.5	1230
Odonata sp. (2)								
Anisoptera								
Libellulidae (1)			9.9	262	15.4	2	44.9	552
(2)	23.1	6	40.0	1051				
Zygoptera (1)	3.8	1	2.9	78	23.1	3	12.5	154
(2)	19.2	5	9.0	239				
Coenagrionidae (1)	11.5	3	10.9	289	23.1	3	17.2	211
(2)	42.3	11	27.3	723	38.5	5	25.4	313
TRICHOPTERA	1.0	150	10.7	1763	1.0	110	13.3	1928
Trichoptera sp. (2)	0.7	1	0.5	8				
Hydroptilidae (2)	42.0	63	4.2	74	5.5	6	1.6	31
Philopotamidae (1)	2.0	3	5.5	97	0.9	1	1.0	19
Polycentropodidae (2)	55.3	83	89.8	1584	93.6	103	97.4	1878
GRAND TOTAL		14905		16448		8434		14521

(1) Stade immature
(2) Stade adulte

ANNEXE 19

Nombre d'individus moyen par période et biomasse moyenne par période de chacun des taxons de stades adulte et immature récoltés au filet fauchoir sur les deux lacs de l'étude en 1985.

LAC DU ROCHER

TAXONS	NBRE D'IND. MOY./PÉR.			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Homoptères	0,1	1,7	3,7	1,83	1,80
Lépidoptères	0,5	0,5	1,0	0,67	0,29
TOTAL	0,6	2,2	4,7	2,50	1,58

INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	407,8	321,1	257,7	328,87	75,35
Éphémères	0,8	0,8	0,2	0,60	0,35
Odonates	1,1	0,4	0,2	0,57	0,47
Hémiptères	0,2	0,5	0,5	0,40	0,17
Homoptères	0,1	0,4	1,4	0,63	0,68
Neuroptères	0,0	0,0	0,2	0,07	0,12
Coléoptères	0,7	0,2	1,2	0,70	0,50
Trichoptères	3,3	4,2	3,9	3,80	0,46
Lépidoptères	0,2	0,2	0,1	0,17	0,06
Diptères	28,5	31,3	49,3	36,37	11,29
Hyménoptères	0,2	0,9	0,8	0,63	0,38
TOTAL	442,9	360,0	315,5	372,80	64,66

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Homoptères	0	131	323	151	163
Lépidoptères	523	531	2939	1331	1393
TOTAL	523	662	3262	1482	1543

INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	11000	10000	11000	10667	577
Éphémères	1277	1292	1923	1497	369
Odonates	1200	2300	1262	1587	618
Hémiptères	238	0	477	238	239
Homoptères	31	331	769	377	371
Neuroptères	0	0	1008	336	582
Coléoptères	385	39	1038	487	507
Trichoptères	4354	3315	5892	4520	1297
Lépidoptères	62	146	54	87	51
Diptères	5454	6054	3877	5128	1124
Hyménoptères	0	523	285	269	262
TOTAL	24001	24000	27585	25195	2070

LAC AU COCHON

TAXONS	NBRE D'IND. MOY./PÉR.			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Homoptères	0,0	0,1	0,2	0,10	0,10
Coléoptères	0,2	0,0	0,3	0,17	0,15
Lépidoptères	0,6	1,0	1,3	0,97	0,35
TOTAL	0,8	1,1	1,8	1,23	0,51

INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	308,4	95,4	121,8	175,20	116,11
Éphémères	0,8	0,1	0,0	0,30	0,44
Odonates	0,0	0,3	0,1	0,13	0,15
Hémiptères	1,0	0,3	0,4	0,57	0,38
Homoptères	0,4	1,2	1,0	0,87	0,42
Neuroptères	0,0	0,2	0,3	0,17	0,15
Coléoptères	0,7	1,8	1,5	1,33	0,57
Trichoptères	1,6	1,6	5,2	2,80	2,08
Lépidoptères	0,0	0,2	0,3	0,17	0,15
Diptères	23,6	18,0	15,5	19,03	4,15
Hyménoptères	0,3	0,5	1,1	0,63	0,42
TOTAL	336,8	119,6	147,2	201,20	14,18

TAXONS	BIOM. MOY./PÉR. (ug)			MOY.	ÉCART TYPE
INS. IMMATURES	1	2	3	X	Sx
Homoptères	0	8	0	3	5
Coléoptères	100	0	85	62	54
Lépidoptères	623	1738	1847	1403	677
TOTAL	723	1746	1932	1467	651

INS. ADULTES	1	2	3	X	Sx
Collemboles	5846	2892	4077	4272	1487
Éphémères	2592	185	0	926	1446
Odonates	0	1892	0	630	1092
Hémiptères	154	177	400	244	136
Homoptères	62	300	400	254	174
Neuroptères	0	169	615	261	318
Coléoptères	592	1861	2315	1589	893
Trichoptères	3069	3053	8708	4943	3260
Lépidoptères	0	0	900	300	520
Diptères	3731	2654	2138	2841	813
Hyménoptères	131	115	523	256	231
TOTAL	16177	13298	20076	16517	3402

ANNEXE 20

Nombre d'individus représentant les différents taxons identifiés dans les estomacs d'ombles de fontaine récoltés en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER		LAC AU COCHON	
	%	nombre	%	nombre
ACARINA	0.1	7	1.8	57
ARANEIDA	0.1	3	0.2	5
CLADOCERA	48.1	2359		
COPEPODA			34.7	1110
COLEOPTERA	0.9	44	2.4	78
Coleoptera (1)	2.3	1	1.3	1
(2)	70.5	31	37.2	29
Cantharidae (2)	2.3	1	9.0	7
Carabidae (2)	11.4	5	2.6	2
Cerambycidae (2)				3.8
3				
Curculionidae (2)	2.3	1	1.3	1
Dysticidae (1)	2.3	1	2.6	2
(2)			15.4	12
Elatheridae (2)	2.3	1	17.9	14
Gyrinidae (1)			2.6	2
(2)			1.3	1
Hydrophilidae (2)	4.5	2	1.3	1
Scolytidae (2)			1.3	1
Terrestres (2)	2.3	1	2.6	2
COLLEMBOLA			0.03	1
DIPTERA	39.7	1945	46.2	1479
Diptera sp. (1)	15.2	296	1.0	15
(2)	4.6	90	1.7	25
Brachycera (1)	0.1	1		
(2)	4.6	90	0.1	2
Tabanidae (2)			0.1	1
Nematocera (2)	0.5	10		
Ceratopogonidae (1)			0.2	3
(2)	2.1	41		
Chaoboridae (1)	65.1	1267	95.5	1412
Chironomidae (1)	7.5	146	1.1	16
(2)	0.2	3	0.3	4
Culicidae (1)				
(2)	0.1	1	0.1	1
EPHEMEROPTERA	1.1	53	0.2	8
Ephemeroptera sp. (1)	100	53	25.0	2
(2)			75.0	6
HEMIPTERA	2.1	105	1.3	43
Hemiptera sp. (2)	8.6	9	4.7	2
Belostomatidae (1)			25.6	11
(2)			2.3	1
Corixidae (1)	82.9	87	44.2	19
(2)	4.8	5	11.6	5
Gerridae (1)	1.0	1		
(2)	1.0	1	4.7	2
Notonectidae (1)			4.7	2
(2)			2.3	1
Terrestres (2)	1.9	2		

ANNEXE 20 (suite et fin)

Nombre d'individus représentant les différents taxons identifiés dans les estomacs d'ombles de fontaine récoltés en 1985.

TAXONS	LAC DU ROCHER		LAC AU COCHON	
	%	nombre	%	nombre
HOMOPTERA	0.2	12	0.1	3
Homoptera sp. (1)	66.7	8		
(2)	25.0	3	100	3
Aphididae (2)	8.3	1		
HYMENOPTERA	0.3	15	0.2	6
Hymenoptera sp. (2)	93.3	14	100	6
Formicidae (2)	6.7	1		
LEPIDOPTERA (2)	0.02	1		
NEUROPTERA	0.1	6	0.1	3
Neuroptera sp.	33.3	2		
Sialidae (1)	66.7	4	100	3
ODONATA	3.2	157	11.1	356
Odonata sp. (1)			3.1	11
(2)	3.2	5	2.8	10
Anisoptera (1)	1.9	3	2.5	9
(2)	5.1	8	7.6	27
Aeshnidae (1)	8.3	13	2.5	9
Libellulidae (1)	46.5	73	46.9	167
(2)			12.1	43
Zygoptera (1)	1.3	2	0.8	3
(2)	1.3	2	7.0	25
Coenagrionidae (1)	12.7	20	0.6	2
(2)	0.6	1	1.1	4
Lestidae (1)	18.5	29	11.0	39
Débris	0.6	1	2.0	7
PLECOPTERA	0.02	1		
TRICHOPTERA	2.0	97	1.6	51
Trichoptera sp. (1)	28.9	28	39.2	20
(2)	3.1	3	27.5	14
Leptoceridae	1.0	1		
Phryganidae (1)	54.6	53	3.9	2
(2)			5.9	3
Polycentropodidae (1)	12.4	12	21.6	11
(2)			2.0	1
ZORAPTERA			0.03	1
Zorotypidae			100	1
DECAPODES	0.2	8		
NEMATODES	1.6	80	0.03	1
PARASITES	0.2	10		
PISCES	0.04	2		
GRAND TOTAL	3202		4905	

(1) Stade immature
(2) Stade adulte